

Aus dem Institut für Veterinär-Pharmakologie
Abteilung für Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Direktor: Prof. Dr. phil. Dr. med. vet. Dr. med. G. Schützler

DER Natrium-, Kalium- und Calcium- Serumspiegel des Hundes im Verlauf von 24 Stunden unter Berücksichtigung der Fütterungszeit

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt

von

Hartmut Weers

Tierarzt aus Greifswald

Berlin 1964

Journal-Nr.: 484



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Veterinär-Pharmakologie
Abteilung für Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Direktor: Prof. Dr. phil. Dr. med.vet. Dr. med. G. Schützler

Der Natrium-, Kalium- und Calciumserumspiegel
des Hundes im Verlauf von 24 Stunden unter
Berücksichtigung der Fütterungszeit

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung
des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Hartmut Weers
Tierarzt aus Greifswald

Berlin 1964
Journal Nr. 484

Gedruckt mit Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät
der Freien Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. J. Boch
Referent: Prof. Dr. Dr. Dr. G. Schützler
Korreferent: Prof. Dr. G. Wittke



Tag der mündlichen Prüfung: 17. Dezember 1964

I

INHALTSVERZEICHNIS

=====

	Seite
A. Einleitung	1
B. Angaben über die Na-, K- und Ca- Serumwerte vom Hund	2
C. Eigene Untersuchungen	6
I. Versuchstiere und Methodik	6
Blutentnahme und Serumgewinnung	6
Das Flammenphotometer	7
Eichung des Gerätes	8
Herstellung der Eichlösung	8
Beschreibung der Meßvorgänge	9
Der methodische Fehler	10
II. Untersuchungsergebnisse	12
Untersuchungsgruppe I	12
Untersuchungsgruppe II	19
Untersuchungsgruppe III	26
III. Statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse	31
Fragestellung	31
Statistische Verfahren	33
Paarweiser Vergleich	33
Regression	34
Die statistischen Ergebnisse	
Natrium	36
Kalium	38
Calcium	40
D. Besprechung der Ergebnisse	42
E. Zusammenfassung	47
F. Literaturverzeichnis	49
G. Anhang	
Tabellen mit den ermittelten Na-, K- und Ca- Serumwerten	56

II

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

=====

	Seite
Abb. 1 Verhalten der Na-, K- und Ca-Serumkonzentrationen über 72 Stunden (Hd. 4, Gruppe I)	13
Abb. 2 Verhalten der Na-, K- und Ca-Serumkonzentrationen über 72 Stunden (Hd. 10, Gruppe I)	14
Abb. 3 Verhalten des mittleren Na-, K- und Ca-Serumspiegels über 72 Stunden von 11 Hunden (Gruppe I)	16
Abb. 4 Verhalten der Na-, K- und Ca-Serumkonzentrationen über 72 Stunden (Hd. 2, Gruppe II)	20
Abb. 5 Verhalten der Na-, K ⁺ und Ca-Serumkonzentrationen über 72 Stunden (Hd. 10, Gruppe II)	21
Abb. 6 Verhalten des mittleren Na-, K- und Ca-Serumspiegels über 72 Stunden von 10 Hunden (Gruppe II)	23
Abb. 7 Verhalten des mittleren Na-Serumspiegels über 7 Tage von 4 Hunden (Gruppe III)	29
Abb. 8 Verhalten des mittleren K-Serumspiegels über 7 Tage von 4 Hunden (Gruppe III)	30
Abb. 9 Na-, K- und Ca-Serumspiegel im Verlauf von 24 Stunden (Zusammenfassung der Werte Gruppe I und Gruppe II)	32

E I N L E I T U N G

=====

Die Literatur enthält eine Vielzahl von Angaben über den Natrium-, Kalium- und Calciumgehalt im Serum gesunder und kranker Hunde. Untersuchungen über die möglichen Veränderungen der Höhe der Natrium-, Kalium- und Calciumserumwerte im Verlauf eines Tages sind bisher bei Hunden noch nicht durchgeführt worden; es fehlen auch Angaben über den Einfluß der Fütterung.

In Fortführung der begonnenen Untersuchungen am Institut für Veterinär-Pharmakologie, Abteilung für Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie, über das Verhalten der Elektrolyte im Serum der Haustiere erhielt ich von Herrn Prof. Dr. Dr. Dr. G. Schützler mit dieser Arbeit die Aufgabe, den Natrium-, Kalium- und Calciumserumspiegel von Hunden über 24 Stunden zu bestimmen. Es sollte auch geprüft werden, inwieweit die Fütterung einen Einfluß auf die Höhe des Serumspiegels dieser Kationen hat.

Angaben über die Na-, K- und Ca-Serumwerte vom Hund

Im Rahmen grundlegender Blutanalysen untersuchte ABDERHALDEN (1) 1897 von zwei Hunden die Natrium-, Kalium- und Calciumserumwerte und machte folgende Angaben:

Hund Nr. 1 Na 185,4 mval, K 5,79 mval, Ca 5,65 mval

Hund Nr. 2 Na 186,7 mval, K 6,63 mval, Ca 5,55 mval.

BUNGE (8) fand zur gleichen Zeit für Natrium einen Mittelwert von 188,1 mval und für Kalium 5,17 mval. Beide Autoren benutzten für ihre Bestimmungen chemische Methoden.

Auch BRIX (7) führte Untersuchungen mit Hilfe chemischer Analysen an Hundeblut durch und fand bei 12 Hunden für Natrium einen Wert von 94,4 mval, für die Kaliumkonzentration 7,13 mval und für Calcium einen Wert von 4,44 mval. Nach seinen Angaben haben junge Hunde einen höheren Na-, K- und Ca-Serumspiegel als ältere Tiere.

ALBRITTON (2) beobachtete bei Serumanalysen Schwankungen der Natriumkonzentration von 137 - 149 mval, der Durchschnittswert lag bei 143,0 mval. Für Kalium gab er einen Mittelwert von 4,4 mval an, bei Calcium, mit Schwankungen zwischen 4,2 und 5,6 mval, lag das Mittel bei 4,9 mval.

KÖHLER (20) untersuchte von 140 klinisch gesunden Hunden beiderlei Geschlechtes im Alter von 6 Monaten bis 11 Jahren die Kaliumserumkonzentration und von 116 Hunden den Natriumspiegel. Für Kalium fand er einen Mittelwert von 4,43 mval und für Natrium 146,4 mval, wobei er mit zunehmendem Alter eine Abnahme der Serumkonzentration von Natrium um 8,47 % und von Kalium um 28,38 % beobachtete.

PRIEUR (28) ermittelte für die Natrium-Kalium-Calcium-Serumkonzentration folgende Werte: Natrium liegt von 135 - 160 mval, Kalium von 3,7 - 5,8 mval und Calcium von 4,0 - 5,75 mval.

An einer Gruppe von 99 Hunden fanden CARR und SCHLOERB (9) für den Natriumserumspiegel einen Mittelwert von 148,8 mval, für Kalium einen Durchschnittswert von 3,8 mval.

Über die Veränderungen der Kationen Calcium und Kalium im Serum hungernder Hunde berichtete MORGULIS (23). Nach einem Gewichtsverlust von 35 - 40 % ohne Lähmungserscheinungen fand er eine Abnahme der Calciumserumkonzentration um 13 %. Eine Veränderung des Serumkaliumspiegels stellten MORGULIS (23) und auch SCHAZILLO und KONSTANTINOWSKAJA (30) nicht fest.

Von einer geringen Anzahl Hunde gibt SCHÜTZ (32) für die drei Kationen folgende Werte im Serum an: Na = 150,9 mval, K = 4,89 mval und Ca = 5,40 mval. Bei einem Hund mit schwerer Urämie fand er, daß der Kaliumgehalt des Serums auf 5,84 mval anstieg, während der Calciumwert auf 3,9 mval abfiel.

FARNOW (12) bestimmte den Kalium- und Natriumspiegel von Hunden mit Pyometrakomplex vor und nach der Operation und fand, daß bei Hunden in gutem Allgemeinzustand die prä- und postoperativen Natriumwerte innerhalb der physiologischen Grenzen lagen. Die Kaliumserumkonzentration fiel von 4,68 mval vor auf 4,25 mval nach der Operation signifikant ab. Hunde in einem schlechten Allgemeinzustand zeigten durch die Operation keinerlei Verschiebungen ihrer Na- und K-Serumkonzentrationen. Der Kaliumgehalt dieser Gruppe lag jedoch mit 4,22 mval vor der Operation erheblich niedriger als bei den Hunden, die einen guten Allgemeinzustand zeigten.

FREY et al. (13) berichten von einem Abfall des Kaliumgehaltes im Serum nach Thiobarbituratnarkosen.

WIRTH (41) fand nach Combelen keinerlei Veränderungen des Natrium- und Kaliumserumspiegels.

Nach STIASNY (38) senkt eine Narkose mit Avertin die Calciumserumkonzentration des Hundes bis zu 13 %.

DENNIS und MULLIN (zit. nach KMENT) (19) fanden nach einer experimentellen Asphyxie einen bedeutenden Anstieg des Kaliums im Plasma. Der Normalwert betrug 4,63 mval, nach 2 bis 4 Minuten langer Luftabspernung stieg der Wert um 22 %. Wurde nach 10 bis 20 Minuten der gleiche Versuch wiederholt, stieg der Kaliumwert sogar um 43 % an. Die Autoren führten

diese Erscheinung auf die eintretenden Erstickungskrämpfe und eine Permeabilitätsveränderung der Erythrozytenmembran infolge Sauerstoffmangels zurück.

SCHMIDTKE (31) berichtete, daß kein deutlicher Unterschied in der Kaliumserumkonzentration von gesunden Hunden gegenüber gelähmten Tieren sowie an starkem Durchfall erkrankten Hunden besteht. Für Hunde mit Durchfall ermittelte er einen Kaliumserumwert von 4,68 mval, für gelähmte Hunde einen Wert von 4,49 mval.

WIRTH und BRANDT (42) ermittelten im Hundeserum einen physiologischen Schwankungsbereich für Natrium von 137,5 - 148,7 mval, für Kalium von 3,8 - 4,8 mval.

SPURR und BARLOW (36) untersuchten den Einfluß der Temperatur auf den Natrium- und Kaliumgehalt des Plasmas bei mehreren Hunden. Bei Unterkühlung der Tiere fällt die Natrium- und Kaliumkonzentration im Plasma, während bei einer Hyperthermie von 41,5° Celsius der Kalium- und bei 42,5° Celsius der Natriumgehalt des Plasmas steigt.

WIRTH (43) prüfte die Serumelektrolytkonzentrationen von urämischen Hunden. Der Normalwert für Kalium lag nach seinen Angaben zwischen 4,0 - 5,0 mval, Tiere mit Urämie zeigten einen Kaliumserumspiegel von über 6,0 mval. Bei einem besonders hochgradigen Fall betrug der Kaliumserumspiegel 8,12 mval. Die Natriumserumkonzentration zeigte keinerlei Abweichungen, während Calcium nur geringgradige Veränderungen aufwies.

Bei hochtragenden Rindern fand KORNBERG (21) eine deutliche Zunahme der Natriumserumkonzentrationen, KLAUS (18) dagegen berichtet, daß bei Hunden während der Trächtigkeit die Schwankungen des Natriumserumspiegels innerhalb der physiologischen Grenzen liegen.

SCHWICHTENBERG (34) untersuchte von 94 Hunden im Alter von 6 Monaten bis zu 14 Jahren und bei Welpen im Alter von 9 bis 14 Wochen die Plasmakonzentrationen von Natrium und Kalium. Bei den 94 Hunden betrug der Mittelwert von Natrium $149,18 \pm 6,12$ mval und der von Kalium $4,89 \pm 0,59$ mval.

Die Mittelwerte der 14 Welpen waren: Na = $145,62 \pm 3,02$ mval, K = $5,35 \pm 0,41$ mval. Bei beiden Altersgruppen bestand ein signifikanter Unterschied zwischen Natrium und Kalium. Die Welpen hatten eine höhere Kaliumplasmakonzentration, während die Natriumwerte niedriger waren.

HEINE (16) berichtete über den Natrium- und Kaliumserumgehalt von 62 Hunden. Von klinisch gesunden Hunden wurde ein Normalwert für Natrium mit $150,07 \pm 1,48$ mval und für Kalium mit $4,81 \pm 0,10$ mval angegeben. An 14 Tieren wurden vor und nach der Operation Serumbestimmungen des Natriums und Kaliums vorgenommen. Es konnten keine Verschiebungen beobachtet werden. Bei einem Hund mit chronischer Nephritis fand er mit einem Natriumwert von 138,86 mval und einem Kaliumwert von 3,49 mval eine signifikante Abweichung gegenüber den physiologischen Werten.

Über die Veränderung der Kationenkonzentration im Serum nach operativen Eingriffen berichtete MAGUNNA (22). Bei 10 laparotomierten Hunden fand er einen Abfall der Na-, K- und Ca-Serumkonzentration nach der Operation im Vergleich zu den präoperativen Werten. Dieselben Erscheinungen beobachtete er bei Hunden mit Fascientransplantationen. Nur bei Hunden mit Humerus- oder Femurfrakturen, die durch offene Marknagelung geheilt wurden, stiegen 16 bis 18 Stunden nach der Operation die Natriumwerte an, während die Kalium- und Calciumwerte fielen.

BAER et al. (4) fanden im Hundeplasma Elektrolytschwankungen. Die physiologischen Grenzen bewegten sich für Natrium von 143,0 bis 150,0 mval und für Kalium von 3,9 bis 4,3 mval.

Den Einfluß der Hämolyse auf die Kaliumserumkonzentration des Hundeblutes untersuchte KÖHLER (20). Bei dem Vergleich von vollhämolysiertem und nicht hämolysiertem Blut ein und desselben Tieres hatte das hämolytische Serum einen um 0,05 bis 0,13 mval höheren Kaliumspiegel als das normale Serum.

Eigene Untersuchungen

I. Versuchstiere und Methodik

Es wurden zunächst 11 Hunde (Untersuchungsgruppe I) bei einer Blutentnahme über 72 Stunden im Abstand von je drei Stunden auf ihre Natrium-, Kalium- und Calciumserumkonzentration untersucht, um festzustellen, ob eine Gesetzmäßigkeit im Verlauf des Serumspiegels dieser drei Elektrolyte über längere Zeit zu beobachten ist. Die Fütterung wurde um 12 Uhr vorgenommen.

Eine zweite Untersuchungsgruppe von 10 Hunden (Untersuchungsgruppe II) wurde 12 Stunden später, also um 0 Uhr gefüttert. Die Blutentnahme erfolgte ebenfalls 72 Stunden lang in Abständen von drei Stunden.

Vier Hunde einer dritten Versuchsreihe (Untersuchungsgruppe III) erhielten zunächst 3 Tage lang ihr Futter um 12 Uhr, darauf 4 Tage lang 6 Stunden später um 18 Uhr. Hierdurch sollte untersucht werden, ob der Natrium- und Kaliumspiegel des Serums sich dieser Änderung der Fütterungszeit anpaßt.

Jeweils 4 Tage vor Beginn der Versuchsreihe wurden die Hunde der drei Untersuchungsgruppen an die entsprechenden Fütterungszeiten gewöhnt.

In allen Versuchsgruppen erfolgte erst die Blutentnahme und anschließend die Fütterung.

Versuchstiere

Als Versuchshunde wurden Tiere des Instituts für Veterinär-Pharmakologie, Abteilung für Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie, verwandt.

Sie waren klinisch gesund. Weder vor noch während der Versuchszeit wurden die Hunde zu anderen Versuchen herangezogen. Alle Hunde bekamen das gleiche Futter. Es bestand aus Reis, argentinischem Trockenfleisch und " Latz " (Fertigfutter für den Hund).

Blutentnahme und Serumgewinnung

Die Blutentnahme erfolgte nach kurzer Stauung mit einem Gummischlauch durch Punktion der Vena cephalica antebrachii oder der Vena saphena parva mit Hilfe einer weitleumigen Kanüle. Eine Verwendung von Dauerkathetern, wie sie zur Blutgewinnung bei Großtieren gebraucht werden, [UNSHELM (39) SPRENGER (35)] scheiterte bei meinen Versuchen an dem zu geringen Umfang der Venen.

Die Blutprobe wurde ca. 15 Minuten bei 3000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert, anschließend mit einem dünn ausgezogenen Glasstab die Speckhaut von der Wand des Glases gelöst und noch einmal 15 Minuten bei 3000 U/min. zentrifugiert. Das Serum wurde vorsichtig in ein Reagenzglas abgegossen und im Kühlschrank bei $+ 4^{\circ}$ Celsius bis zur Analyse aufbewahrt. Vorversuche zeigten, daß eine sechstägige Lagerung des Serums im Kühlschrank keine Veränderung der Elektrolytserumwerte zur Folge hat. Diese Ergebnisse stehen mit denen von AMROUSI (3) und SPRENGER (35) in Übereinstimmung.

Das Flammenphotometer

Für die Natrium-, Kalium- und Calciumbestimmung im Serum wurde das Flammenphotometer "Eppendorf" der Netheler und Hinz GmbH. benutzt.

Das Prinzip der Flammenphotometrie, die dabei auftretenden Fehlerquellen und ihre Beseitigung wurden von FIGOR (26), HEINE (16), HERRMANN (17), SPRENGER (35), KÖHLER (20), BELKE und DIERKESMANN (5), STEPHAN (37) und SANDER (29) beschrieben. Die Methode beruht auf der charakteristischen Lichtemission der Elemente bei der Zufuhr von Energie.

Das Flammenphotometer "Eppendorf" arbeitet nach folgendem Prinzip:

Mit Hilfe eines Membrankompressors wird Druckluft, deren konstante Zufuhr durch ein Manometer und einen eingebauten Membrandruckregler gewährleistet ist, in den Zerstäuber geleitet. Durch eine Kanüle wird die zu untersuchende Lösung angesaugt und vernebelt. Die großen Tropfen schlagen

sich an den Wänden der Zerstäuber- kammer nieder, während die fein zerstäubten Tropfen mit dem Gasluftgemisch in den Brenner gelangen. Das entstandene Emissionsspektrum trifft auf ein Kondensorsystem, wird durch die Präzisions- filter gereinigt und von dem Photomultiplier (Sekundär- elektronenvervielfacher) aufgenommen. Dieser wandelt das selektierte Emissionslicht in dazu proportionale Ströme um und verstärkt diese so, daß sie am Spiegelgalvanometer abgelesen werden können.

Als Brenngas wurde für die Natrium- und Kaliumbestimmung Propan, für die Calciumbestimmung Azetylen verwendet. Die Propanflamme hatte bei einem Gasbrenndruck von 200 mmWS und bei einem Luftdruck von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ eine Temperatur von ca. $1900^\circ \text{ Celsius}$.

Die Temperatur der Azetylenflamme erreichte bei 540 mmWS und einem Luftdruck von $0,5 \text{ kg/cm}^2$ ungefähr $2400^\circ \text{ Celsius}$.

Die genaue Handhabung der Apparatur findet man in der Betriebsanleitung (15).

Eichung des Gerätes

Die Eichung des Gerätes wurde mit einer Standardlösung vorgenommen. Diese Lösung wird im gleichen Verhältnis verdünnt wie die zu untersuchenden Seren. Im einzelnen enthält die Standardlösung in 1000 ml:

3300 mg Natrium
150 mg Kalium
100 mg Calcium.

Zur Einstellung des Nullpunktes bei der Bestimmung des Calciums im Serum ist eine Kompensationslösung erforderlich, die in 1000 ml 3300 mg Natrium enthält. Durch die Kompensationslösung, deren Natriumgehalt ungefähr dem Mittelwert des normalen Serums entspricht, wird die starke Natriumemission ausgeschaltet.

Herstellung der Eichlösung

Für die Kalium- und Calciumbestimmung wird die Standard- lösung im Verhältnis 1 : 20 verdünnt. 10,0 ml Stammlösung

werden mit Hilfe einer Vollpipette in einen 200 ml Meßkolben pipettiert, der dann bis zur Marke mit bidestilliertem Wasser aufgefüllt wurde. Auf die gleiche Weise wurde die Kompensationslösung hergestellt. Für die Natriumbestimmung muß die Stammlösung 1 : 200 verdünnt werden, indem 1 ml der Standardlösung mit einer Vollpipette in einen 200 ml Meßkolben pipettiert und mit bidestilliertem Wasser bis zur Marke aufgefüllt wird. Nach Durchschütteln werden die Eichlösungen in Polyäthylenflaschen aufbewahrt, da nach GAFNER (14), KORNBERG (21) und DRESSELHAUS (11) Gefäße aus Weicglas die Konzentration an Natrium oder Kalium erhöhen sowie auch Spuren von allen Ionen absorbieren können.

Die Verdünnungen, von denen einwandfreie Meßergebnisse abhängen, wurden mit alkalifreien Glasgeräten (Schott & Gen., Mainz) durchgeführt. Vollpipetten und Kolben entsprachen der Qualität "eichfähig".

Bei der Bestimmung der Natrium- und Kaliumkonzentration wurde der Nullpunkt mit bidestilliertem Wasser eingestellt, während bei der Calciumbestimmung die hergestellte Kompensationslösung verwendet wurde.

Die Eichpunkte für Natrium 143,3 mval, Kalium 3,84 mval und Calcium 5,0 mval wurden mit der entsprechend verdünnten Standardlösung auf der direkt anzeigenden Skala eingestellt.

Beschreibung des Meßvorganges

Das zu untersuchende Serum wurde nach der Arbeitsanleitung des Flammenphotometers entsprechend verdünnt. Zunächst wurde für die Kalium- und Calciumanalyse Serum im Verhältnis 1 : 20 verdünnt, indem 1,0 ml Serum mit einer Vollpipette in einen 20,0 ml Meßkolben (Goldbrand-Weithals, eichfähig) gebracht wurde. Anschließend wurde er bis zur Marke mit Aqua bidest. aufgefüllt und geschüttelt. Für die Natriumanalyse, bei der eine Verdünnung im Verhältnis 1 : 200 erforderlich war, wurden aus der für die Kalium- und Calciumbestimmung hergestellten Lösung 2,0 ml abpipettiert, in einen 20,0 ml Glaskolben gegeben und mit

Aqua bidest. bis zur Marke verdünnt. Um Meßfehler zu vermeiden, erfolgte nach der Verdünnung die Messung. Zunächst wurden Calcium und Kalium bestimmt, anschließend Natrium. Calcium wurde bei der Bande 620 nm, Kalium bei den Linien 766 nm und 769 nm und Natrium bei der Linie 589 nm gemessen.

Vor Beginn der Messung mußte das Flammenphotometer nach den Beobachtungen einiger Autoren wie BELKE und DIERKES-MANN (5), STEPHAN (37), HERRMANN (17), PIGOR (26), SANDER (29) und KÖHLER (20) und nach eigenen Erfahrungen ca. 15 bis 30 Minuten einbrennen, um die Ermüdungserscheinungen der Photozelle auszuschalten. Nach dieser Zeit treten konstante Verhältnisse ein, das ständige Nacheichen erübrigt sich. Den Brenngasdruck des Flammenphotometers stellte ich laut Betriebsanleitung (15) um etwa 10 % unter dem Brenngasdruck der unteren Leuchtgrenze ein, die durch ein Sichtfenster kontrolliert werden konnte.

Nach Eichung des Flammenphotometers wurden die Serumverdünnungen aus den Glaskolben in Polyäthylenbechern gegossen. 15 bis 30 Sekunden nach Ansaugen der Analysenlösung konnte der Wert abgelesen werden. Vier Verdünnungen wurden einmal hintereinander gemessen, anschließend der Apparat geeicht und die Werte für richtig befunden, wenn der Eichpunkt sich nicht verschoben hatte. Bei Veränderung erfolgte die Nacheichung und erneute Bestimmung.

Die Reinigung der Pipetten und Glasgefäße erfolgte durch Spülen mit kaltem Wasser, 24-stündige Lagerung in Chromschwefelsäure, Spülen mit Aqua bidest. und Trocknen im Trockenschrank.

Um den Grad der Genauigkeit meiner Messungen nach der angegebenen Methode zu bestimmen, wurde das Serum mehrerer Hunde vermischt und 50 Proben wurden auf ihre Natrium-, Kalium- und Calciumkonzentration untersucht. Folgende Ergebnisse geben Aufschluß über die Sicherheit meiner Bestimmung:

Na	$\bar{x}$	= 131,4 mval	s = $\pm$ 0,84	v = 0,64 %
K	$\bar{x}$	= 3,88 mval	s = $\pm$ 0,03	v = 0,65 %
Ca	$\bar{x}$	= 4,79 mval	s = $\pm$ 0,03	v = 0,58 %

Die statistische Auswertung erfolgte nach WEBER (40).

Hier bedeuten:

$\bar{x}$ = Mittelwert aller 50 Proben

s = mittlere quadratische Abweichung, Standardabweichung
oder Streuung.

v = Variabilitätskoeffizient, der die Streuung s in
Prozenten vom arithmetischen Mittel angibt.

II. Untersuchungsergebnisse

Untersuchungsgruppe I

An zwei Beispielen wird aus der Gruppe I (Fütterungszeit 12 Uhr) von 11 untersuchten Hunden das Verhalten der Na-, K- und Ca- Serumwerte im Verlauf von 72 Stunden gezeigt.

Die Beobachtungszeit von 9 bis 18 Uhr wird als Tagesstunden, die von 21 bis 6 Uhr als Nachtstunden bezeichnet.

N a t r i u m. Wie die Abbildungen 1 und 2 zeigen, schwankt die Natriumserumkonzentration zwischen 145 mval und 153 mval ständig um den 72-Stundenmittelwert, der bei Hund Nr. 4 147,7 mval und bei Hund Nr. 10 148,7 mval beträgt. Bei beiden Hunden findet man in der 3-Tage-Periode am zweiten und dritten Tag zum Zeitpunkt der Fütterung um 12 Uhr die höchsten Natriumwerte. Bildet man die Mittelwerte der Tages- und Nachtwerte, so ergibt sich, wie später im Abschnitt Statistik näher dargelegt wird, daß die Tageswerte über denen der Nacht liegen.

K a l i u m. Der Mittelwert der Gesamtuntersuchungsperiode beträgt bei Hund Nr. 4, Abb. 1, 4,84 mval und bei Hund Nr. 10, Abb. 2, 4,74 mval. Die Einzelwerte beider Hunde liegen zwischen 4,3 und 5,3 mval. Bei den Schwankungen um den Mittelwert lassen sich keine deutlichen Tag- und Nachtunterschiede feststellen.

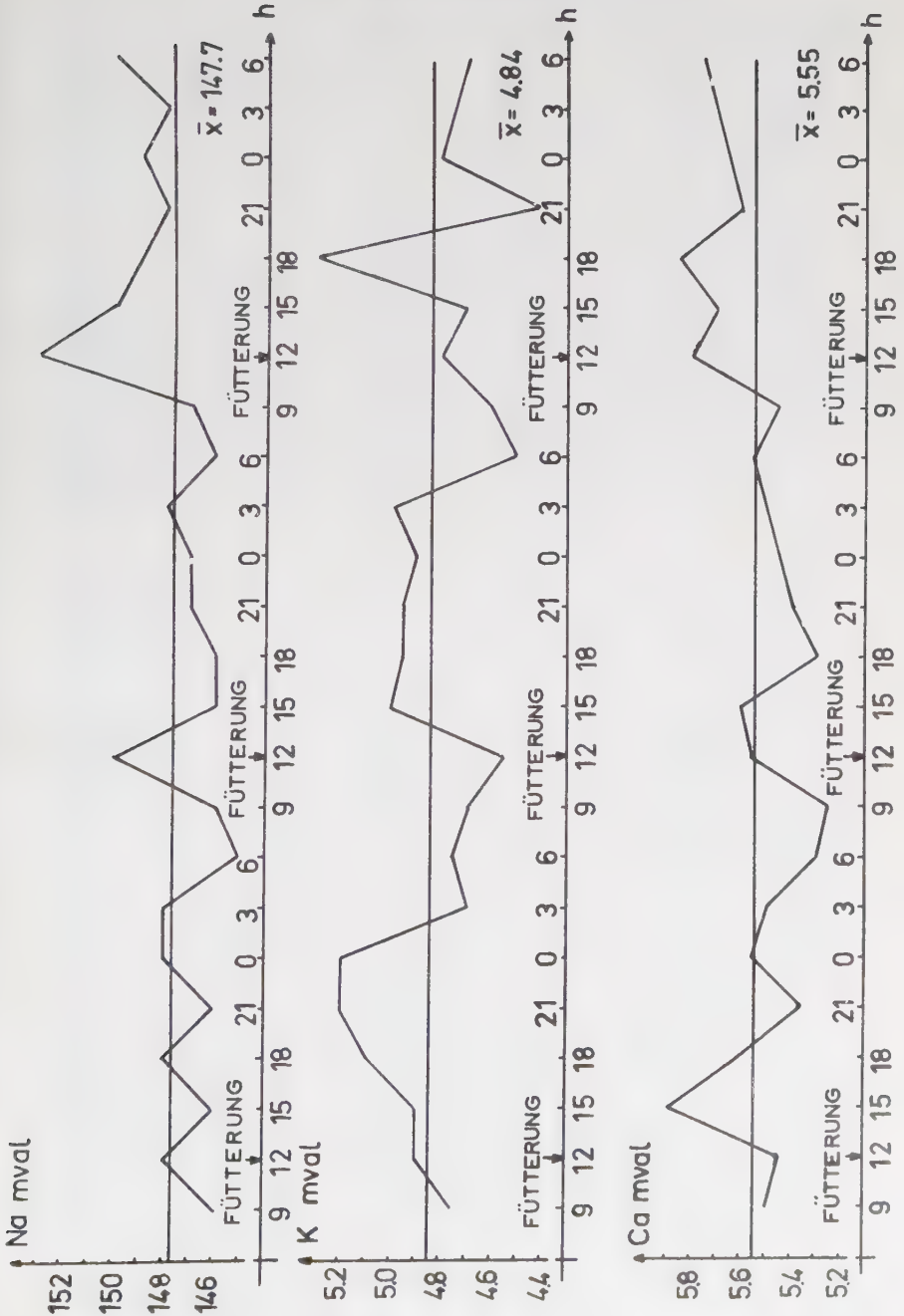
C a l c i u m. Die Calciumserumwerte beider Hunde liegen zwischen 5,25 mval und 5,9 mval. Die Schwankungen um den 72-Stundenmittelwert, der für Hund Nr. 4, Abb. 1, 5,55 mval und Hund Nr. 10, Abb. 2, 5,64 mval beträgt, sind gegenüber denen für Natrium und Kalium gering. Bei beiden Hunden kann eine Abhängigkeit von Fütterung und Tageszeit nicht beobachtet werden.

Im folgenden seien die an 11 Hunden durchgeführten Untersuchungen zusammengefaßt. Die Abbildung 3 zeigt den mittleren Verlauf der drei Kationen Natrium, Kalium und Calcium während der Versuchsdauer von 72 Stunden.

Aus der Tabelle a sind die 72-Stundenmittelwerte der 11 Hunde

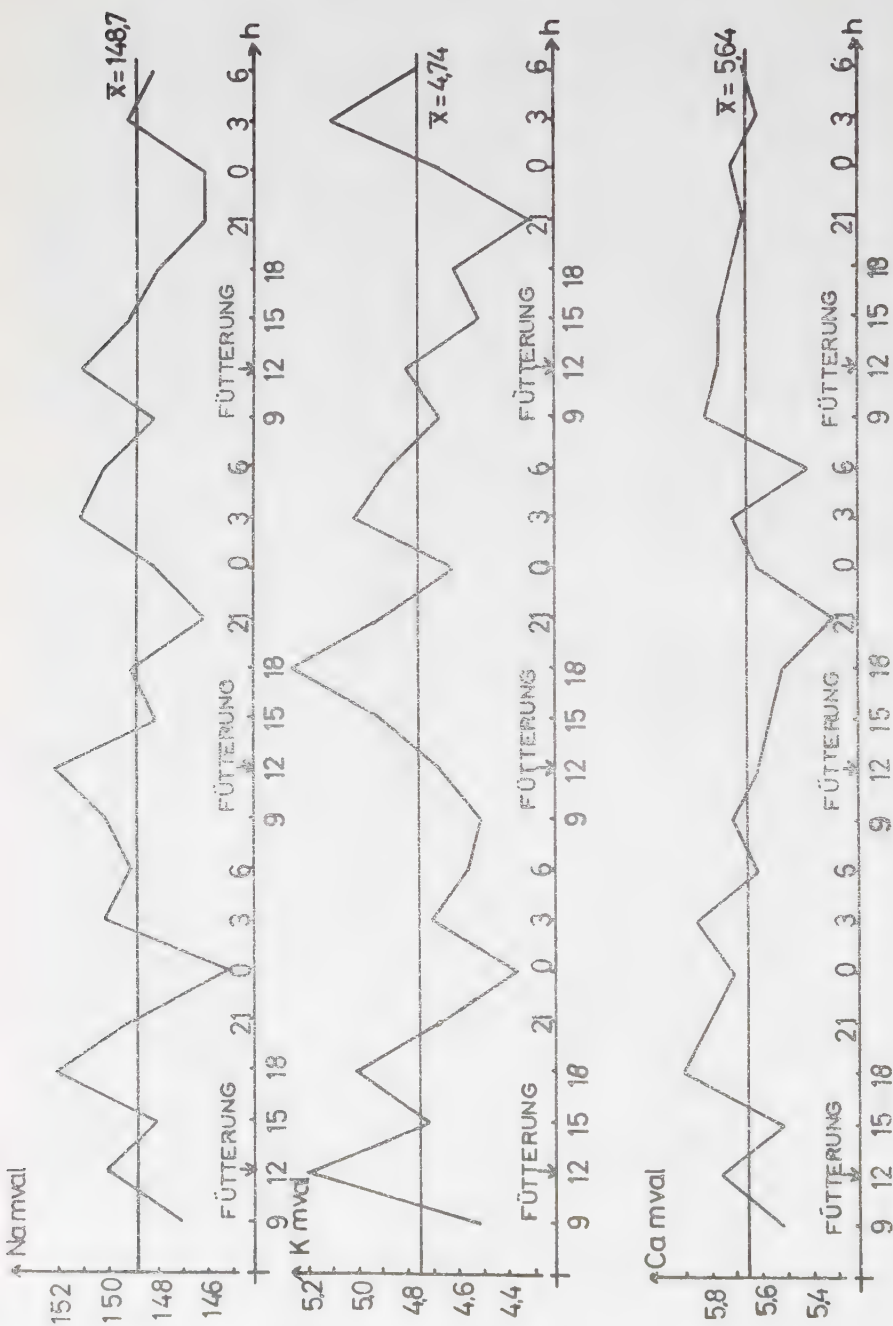
VERHALTEN DER Na-, K-, Ca-SERUMKONZ. über 72 STD.

HD. 4 GRUPPE (I)



VERHALTEN DER Na-,K-,Ca-SERUMKONZ. ÜBER 72 STD.

HD.10 GRUPPE(I)



mit ihren Standardabweichungen (s) und Variabilitätskoeffizienten (v) zu ersehen.

In der Tabelle b sind die Stundenmittelwerte der 11 Hunde mit der Standardabweichung (s) und Variabilitätskoeffizienten (v) aufgeführt.

Die Beobachtungen, die für Hund Nr. 4 und Hund Nr. 10 gemacht worden sind, treffen ebenfalls für die gesamte Gruppe der 11 Hunde zu.

N a t r i u m. Der Natriumserumspiegel erreicht zur Fütterungszeit um 12 Uhr seinen höchsten Wert und fällt dann bis 21 Uhr, dem tiefsten Nachtwert ab. Bis ungefähr 3 Uhr morgens steigt der Serumspiegel wieder leicht an, fällt bis 6 Uhr ab und steigt anschließend zum höchsten Tagesstundenwert um 12 Uhr wieder an. Errechnet man die Mittelwerte aus den Zeiten von 9 bis 18 Uhr und 21 bis 6 Uhr, so ergibt sich, daß die Tageswerte höher als die Nachtwerte sind.

K a l i u m. Die Kurve aus den Mittelwerten der Kaliumbestimmungen aller 11 Hunde bestätigt die an Hund Nr. 4 und Hund Nr. 10 gemachten Beobachtungen. Die Nachtstundenwerte sind höher als die Tagesstundenwerte. Nur während des ersten Tag-Nacht-Bereiches, wie auch bei den einzelnen Tieren, ist der Tageswert gegenüber dem Nachtstundenwert leicht erhöht. Im Durchschnitt findet bei allen 11 Hunden ein langsamer Anstieg des Kaliumserumspiegels von 9 bis 18 Uhr statt, wo er seinen Höhepunkt erreicht hat, um dann zum Morgen hin wieder abzufallen. Hervorzuheben ist, daß die Variabilitätskoeffizienten der Kaliummittelwerte aller 11 Hunde gegenüber denen des Natriums erhöht sind.

C a l c i u m. Die Abbildung der Calciumstundenmittelwerte zeigt unterschiedliche Serumkonzentrationen während der einzelnen Tage und Nächte. Die geringen Schwankungen des Serumspiegels um das Gesamtniveau lassen keine Deutung zu. Eine Veränderung der mittleren Serumkonzentrationen während der einzelnen 24-Stundenbereiche findet statt.

VERHALTEN DES MITTL. Na-, K-, Ca-SERUMSPIEGELS ÜBER 72 STD.

VON 11 HUNDEN

GRUPPE (I)

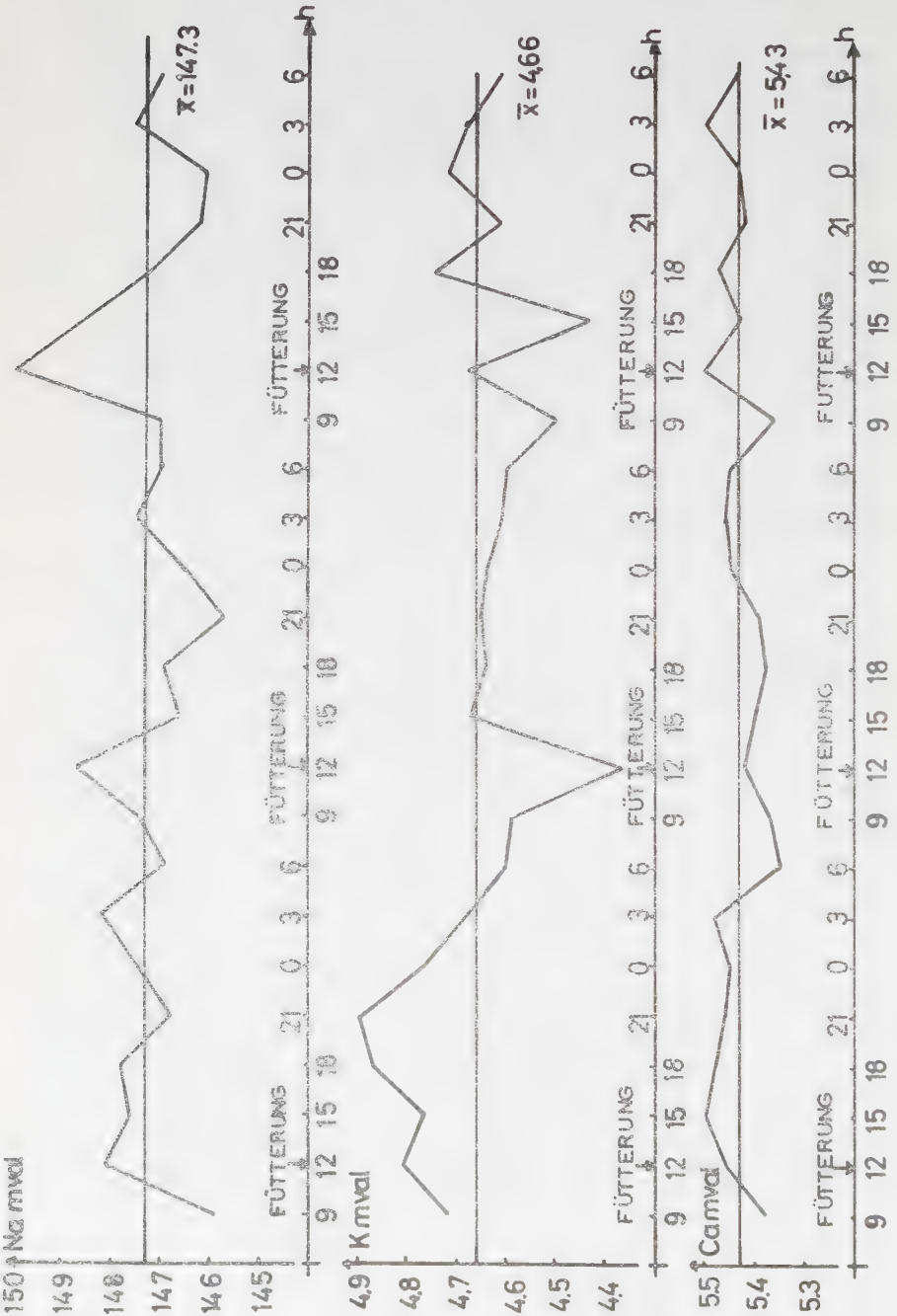


Tabelle a

Na-, K- und Ca-72-Stundenmittelwerte in mval mit quadratischer Abweichung (s) und Variabilitätskoeffizienten (v)

(Gruppe I, 11 Hunde)

Nr.	Na			K			Ca		
	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
1	145,7	2,93	2,0	4,38	0,19	4,3	5,16	0,14	2,7
2	144,3	1,34	0,9	4,72	0,22	4,7	5,28	0,15	2,8
3	143,8	1,28	0,9	4,54	0,19	4,2	5,25	0,02	0,4
4	147,7	1,83	1,2	4,84	0,23	4,8	5,55	0,17	3,1
5	148,2	2,23	1,5	4,40	0,19	4,3	5,41	0,11	2,0
6	146,2	1,43	1,0	4,35	0,29	6,7	5,36	0,10	1,9
7	147,6	1,77	1,2	4,72	0,34	7,2	5,41	0,11	2,0
8	149,7	1,85	1,2	4,74	0,27	5,7	5,62	0,14	2,5
9	149,1	2,15	1,4	4,86	0,20	4,1	5,72	0,12	2,1
10	148,7	1,95	1,3	4,74	0,25	5,3	5,64	0,14	2,5
11	148,9	1,82	1,2	4,99	0,22	4,4	5,40	0,18	3,5

Gesamtmittelwerte aus allen im Rahmen der Untersuchungsgruppe I ermittelten Serumwerten:

Na			K			Ca		
$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
147,27	2,65	1,8	4,66	0,20	6,2	5,43	0,11	3,9

Tabelle b

Na-, K- und Ca- Stundenmittelwerte in mval für 11 Hunde
über 72 Stunden mit s und v

Gruppe I

h	Na			K			Ca		
	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
9	145,9	2,37	1,6	4,72	0,35	7,4	5,38	0,24	4,5
12	148,1	3,15	2,1	4,81	0,31	6,4	5,46	0,21	3,9
15	147,6	3,01	2,0	4,77	0,22	4,6	5,00	0,26	4,7
18	147,8	3,03	2,0	4,87	0,31	6,3	5,48	0,27	4,9
21	146,8	2,92	2,0	4,90	0,25	5,1	5,46	0,28	5,1
0	147,4	2,87	1,9	4,77	0,29	6,1	5,45	0,22	4,0
3	148,2	2,14	1,4	4,68	0,23	4,9	5,48	0,25	4,6
6	146,9	2,88	2,0	4,60	0,22	4,8	5,35	0,22	4,1
9	147,4	2,38	2,0	4,59	0,26	5,7	5,37	0,24	4,5
12	148,7	3,50	2,4	4,37	0,37	8,5	5,42	0,25	4,6
15	146,6	2,29	1,6	4,67	0,34	7,3	5,40	0,17	3,2
18	146,9	3,45	2,4	4,54	0,32	6,9	5,38	0,20	3,7
21	145,7	2,28	1,6	4,65	0,25	5,4	5,39	0,18	3,3
0	146,5	1,92	1,3	4,64	0,23	5,0	5,45	0,18	3,3
3	147,5	2,36	1,6	4,61	0,37	8,0	5,46	0,16	2,9
6	147,0	2,97	2,0	4,60	0,24	5,2	5,45	0,23	4,2
9	147,0	1,95	1,3	4,50	0,38	8,4	5,36	0,18	3,4
12	150,0	3,00	2,0	4,68	0,35	7,1	5,50	0,23	4,2
15	148,5	2,81	1,9	4,43	0,17	3,8	5,43	0,24	4,4
18	147,2	2,52	1,7	4,75	0,31	6,5	5,47	0,27	4,9
21	146,2	1,47	1,0	4,61	0,35	7,6	5,42	0,18	3,3
0	146,1	1,64	1,1	4,72	0,21	4,5	5,43	0,19	3,5
3	147,5	2,12	1,4	4,66	0,33	7,1	5,50	0,15	2,7
6	147,0	2,15	1,5	4,61	0,24	5,2	5,44	0,20	3,7

Untersuchungsgruppe II

Zur Klärung des an der Untersuchungsgruppe I beobachteten Einflusses der Fütterung auf den Natrium-, Kalium- und Calciumserumspiegel wurde bei einer weiteren Versuchsreihe von 10 Hunden (Untersuchungsgruppe II) die Fütterung von 12 Uhr auf 0 Uhr verlegt.

Wie schon im vorigen Abschnitt (Untersuchungsgruppe I) sei auch hier das Verhalten der Serumelektrolyte von zwei Hunden als Beispiel graphisch dargestellt (Abb. 4 und 5). Wie in der Gesamtuntersuchung liegen die Tagesstunden in der Zeit von 9 bis 18 Uhr und die Nachtstunden in der Zeit von 21 bis 6 Uhr.

Es wurden an den beiden Hunden Nr. 2 und Nr. 10 folgende Befunde erhoben.

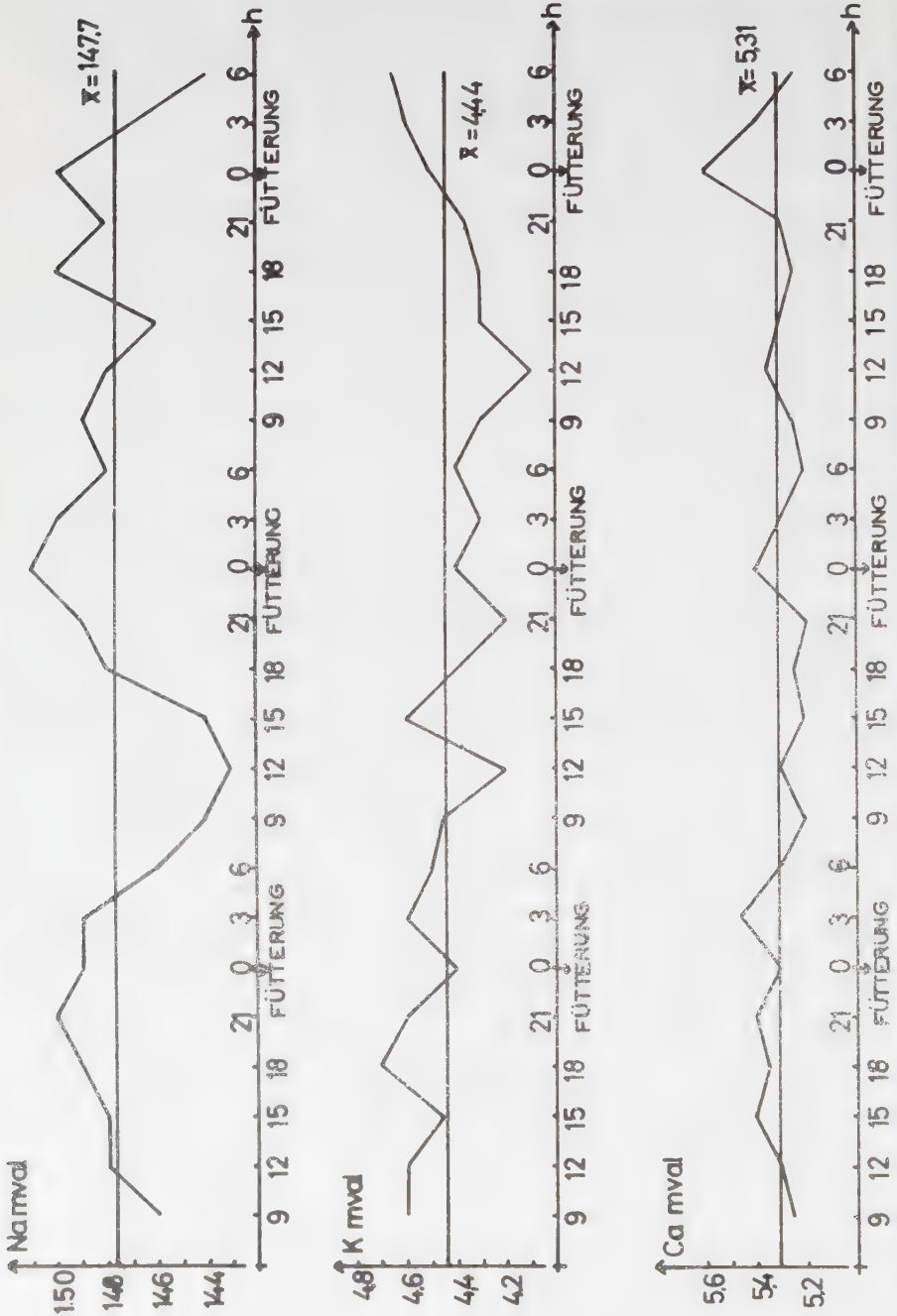
N a t r i u m. Die Natriumkonzentration im Serum beider Hunde weist Werte zwischen 143 mval und 152 mval auf. Die Mittelwerte des gesamten Versuchsverlaufes betragen für den Hund Nr. 2 147,7 mval und für den Hund Nr. 10 147,0 mval. Wie bei der Versuchsgruppe I sind auch hier zum Fütterungszeitpunkt, um 0 Uhr, die höchsten Natriumserumkonzentrationen zu beobachten. Der Anstieg zu diesem Maximum beginnt 9 bis 12 Stunden vorher. Die graphischen Darstellungen der Na-Werte (Abb. 4 und 5) beider Hunde ähneln sich, wobei der Natriumspiegel während der Nachtstunden höher als zur Tageszeit liegt.

K a l i u m. Der Kaliumserumspiegel weist während der 72-Stundenperiode ebenfalls ständige Veränderungen auf, deren Extremwerte 4,1 mval bzw. 5,1 mval betragen. Als Mittelwert der Gesamtuntersuchungszeit wurden bei Hund Nr. 2, Abb. 4, 4,4 mval und bei Hund Nr. 10, Abb. 2, 4,71 mval festgestellt. Die Kaliumserumwerte sind bei Hund Nr. 10 zum Zeitpunkt der Fütterung erhöht.

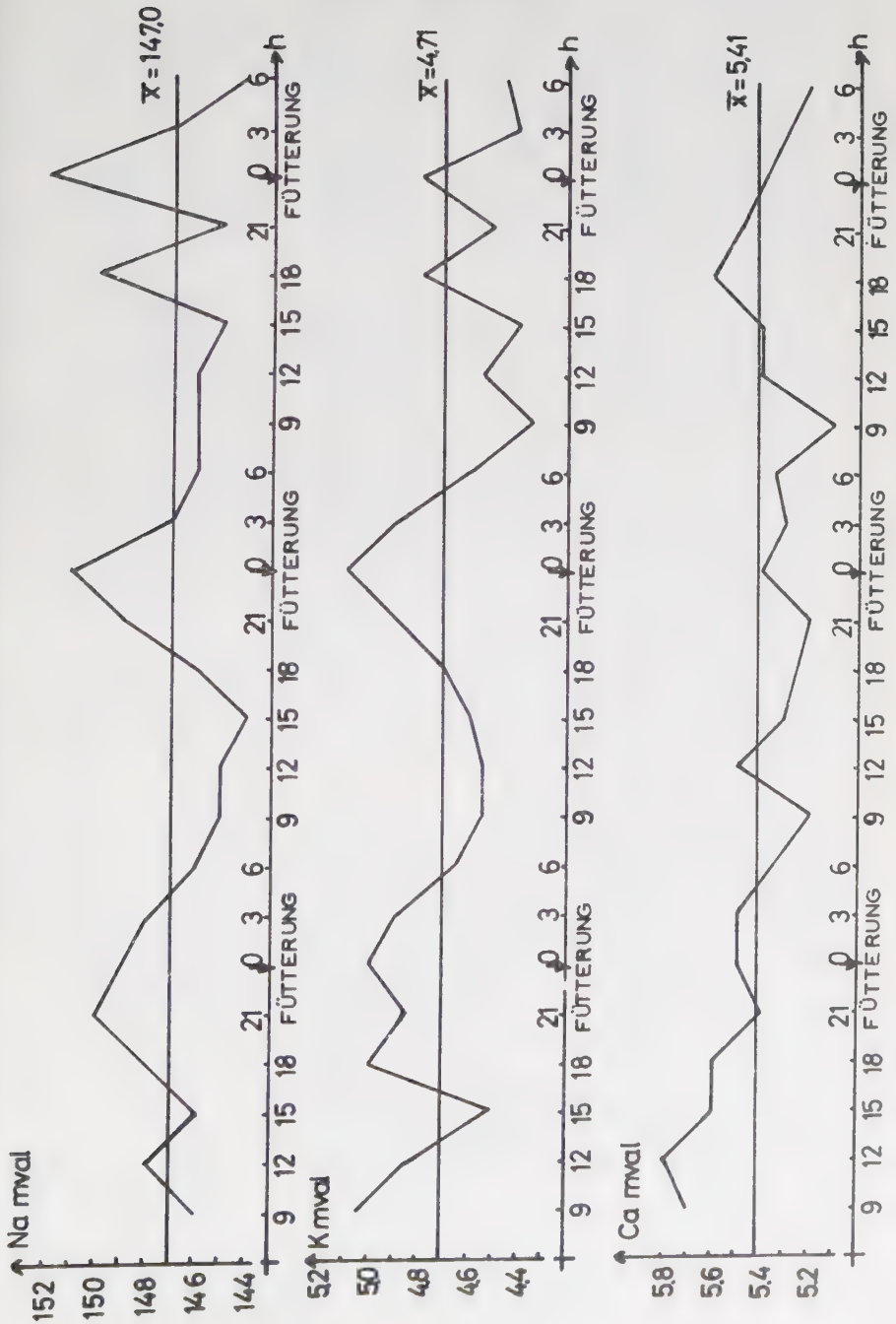
C a l c i u m Die Einzelwerte liegen zwischen 5,1 mval und 5,8 mval. Der 72-Stundenmittelwert beträgt bei Hund Nr. 2, Abb. 4, 5,31 mval und bei Hund Nr. 10, Abb. 5, 5,41 mval.

VERHALTEN DER Na-, K-, Ca-SERUMKONZ. ÜBER 72 STD.

HD. 2 GRUPPE (II)



HD. 10 GRUPPE (II)



Eine Beziehung zwischen der Tageszeit und Fütterungszeit besteht nicht.

Das Verhalten der Kationen Natrium, Kalium und Calcium über eine Versuchsdauer von 72 Stunden bei der Fütterung um 0 Uhr wird in der Abbildung 6 dargestellt. Sie faßt die an 10 Hunden erhobenen Werte zusammen.

Die Tabelle c enthält von allen 10 Hunden die 72-Stundenmittelwerte mit ihren Standardabweichungen (s) und Variabilitätskoeffizienten (v) aus der gesamten Beobachtungszeit.

In der Tabelle d wurden die Serumwerte der zeitgleichen Untersuchungsstunden der 10 Hunde gemittelt und ihre Standardabweichungen (s) sowie Variabilitätskoeffizienten (v) angegeben.

Aus der Tabelle d und der zusammenfassenden Abb. 6 ist zu ersehen, daß zum Zeitpunkt der Fütterung die höchsten Natrium - Serumwerte vorliegen. Eine Ausnahme bildet die erste 24-Stundenperiode, in der das Natriummaximum bereits 6 Stunden vor der Fütterung liegt. Der Anstieg zu diesen Höchstwerten beginnt 9 bis 12 Stunden vorher. Im Mittel liegen die Natriumserumkonzentrationen während der Nachtstunden über denen der Tagesstunden. Der aus den Einzelwerten berechnete Variabilitätskoeffizient ist für Natrium am geringsten.

K a l i u m. Bei der Betrachtung der Abb. 6 fällt auf, daß zum Zeitpunkt der Fütterung die Kaliumserumkonzentration erhöht ist. Diese Beobachtung konnte nur bei Hund Nr. 10 während der ersten und zweiten 24-Stundenperiode gemacht werden. Der Anstieg zu den Maxima beginnt, wie bei Natrium, 9 bis 12 Stunden vorher. Der Variabilitätskoeffizient der Kaliumwerte liegt über denen von Natrium und Calcium.

C a l c i u m. Im Gegensatz zu den Abb. 4 und 5 lassen sich in der zusammenfassenden Darstellung Abb. 6 zum Zeitpunkt der Fütterung Maxima feststellen.

VERHALTEN DES MITTL. Na-, K-, Ca-SERUMSPIEGELS ÜBER

72 STD. VON 10 HUNDEN

GRUPPE (II)

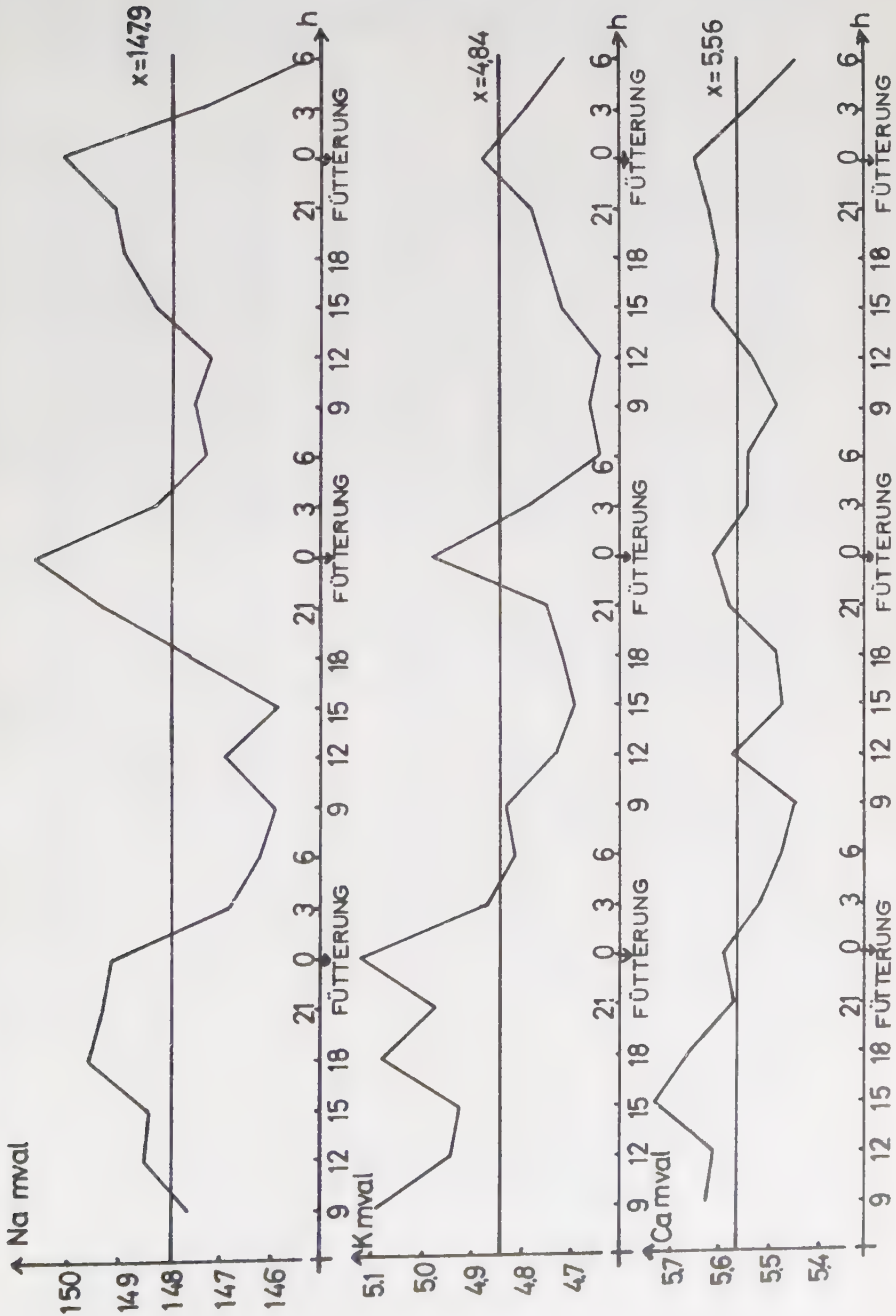


Tabelle c

Na-, K- und Ca-72-Stundenmittelwerte in mval mit quadratischer Abweichung (s) und Variabilitätskoeffizienten (v)

(Gruppe II, 10 Hunde)

Nr.	Na			K			Ca		
	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
1	147,2	2,28	1,6	4,90	0,21	4,3	5,55	0,14	2,5
2	147,7	2,22	1,5	4,44	0,16	3,6	5,31	0,03	0,7
3	146,9	1,80	1,2	4,70	0,22	4,7	5,41	0,03	0,5
4	149,9	1,08	0,7	4,85	0,24	5,0	5,60	0,14	2,5
5	149,6	1,91	1,3	4,70	0,17	3,6	5,78	0,17	2,9
6	148,3	1,36	0,9	4,95	0,21	4,2	5,68	0,12	2,1
7	148,8	1,62	1,1	4,97	0,34	6,8	5,42	0,13	2,4
8	147,3	2,66	1,8	5,10	0,28	5,5	5,75	0,17	3,0
9	147,0	2,29	1,6	5,02	0,29	5,8	5,69	0,17	3,0
10	147,0	2,13	1,5	4,71	0,23	4,9	5,41	0,17	3,1

Gesamtmittelwerte aus allen im Rahmen der Untersuchungsgruppe II ermittelten Serumwerten:

Na			K			Ca		
$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
147,95	2,21	1,5	4,84	0,28	5,8	5,56	0,20	3,6

Tabelle d

Na-, K- und Ca- Stundenmittelwerte in mval für 10 Hunde
über 72 Stunden mit s und v

Gruppe II

h	Na			K			Ca		
	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
9	147,6	1,58	1,1	5,09	0,34	6,7	5,63	0,29	5,2
12	148,5	0,71	0,5	4,94	0,20	4,1	5,61	0,25	4,5
15	148,4	2,27	1,5	4,92	0,14	2,9	5,73	0,25	4,4
18	149,6	1,89	1,3	5,08	0,20	3,9	5,66	0,23	4,1
21	149,3	1,95	1,3	4,97	0,25	5,0	5,57	0,18	3,2
0	149,1	1,55	1,0	5,12	0,38	7,3	5,59	0,19	3,4
3	146,8	2,82	1,9	4,87	0,20	4,1	5,51	0,11	2,0
6	146,2	1,47	1,0	4,81	0,24	5,0	5,47	0,15	2,7
9	145,9	1,94	1,3	4,83	0,28	5,8	5,45	0,17	3,1
12	146,9	2,33	1,6	4,73	0,39	8,2	5,57	0,19	3,4
15	145,8	2,49	1,7	4,69	0,24	5,1	5,47	0,18	3,3
18	147,6	1,43	1,0	4,82	0,24	5,0	5,48	0,21	3,8
21	149,3	1,70	1,1	4,85	0,29	6,0	5,58	0,27	4,8
0	150,7	0,82	0,5	4,98	0,30	6,0	5,61	0,22	3,9
3	148,3	1,77	1,2	4,78	0,22	4,6	5,54	0,17	3,1
6	147,3	1,42	1,0	4,64	0,22	4,7	5,54	0,22	4,0
9	147,5	1,65	1,1	4,66	0,24	5,2	5,48	0,19	3,5
12	147,2	1,62	1,1	4,64	0,30	6,5	5,53	0,20	3,6
15	148,3	2,98	2,0	4,72	0,33	7,0	5,61	0,20	3,6
18	148,9	0,74	0,5	4,75	0,31	6,5	5,60	0,20	3,6
21	149,1	2,28	1,5	4,78	0,24	4,9	5,62	0,21	3,7
0	150,1	1,73	1,1	4,88	0,25	5,1	5,65	0,18	3,2
3	147,3	1,16	0,8	4,79	0,25	4,2	5,54	0,18	3,3
6	145,2	1,48	1,0	4,71	0,20	4,3	5,44	0,19	3,5

Untersuchungsgruppe III

In dieser Versuchsreihe soll geprüft werden, in welcher Zeit sich der Natrium-, Kalium- und Calciumserumspiegel auf die Verschiebung der Fütterungszeit um 6 Stunden innerhalb einer Versuchsreihe einstellt.

Hierfür wurden 4 Hunde verwendet und deren Natrium- und Kaliumserumspiegel über 7 Tage untersucht. Während der ersten drei Tage bekamen die Tiere ihr Futter um 12 Uhr, an den vier folgenden Tagen um 18 Uhr. In einem dreistündlichen Abstand wurden jedesmal drei Blutproben vor der Fütterung und zwei nach der Fütterung entnommen. In Abb. 7 und 8 sind die Versuchsergebnisse graphisch dargestellt.

N a t r i u m . Am ersten Tag ist der Serumspiegel zur Fütterungszeit am höchsten und fällt dann bis 18 Uhr stark ab. Auch am zweiten Tag beobachtet man um 12 Uhr eine Erhöhung der Natriumserumkonzentration, die zwar nur gering ist, dann bis 15 Uhr abfällt und anschließend wieder ansteigt. Im Verlauf des dritten Tages ist bis zum Zeitpunkt der Fütterung ein Anstieg der Natriumserumkonzentration zu erkennen, wie er auch für die Gruppen I und II charakteristisch war. Am vierten Tag, an dem die Fütterung auf 18 Uhr umgestellt wurde, tritt eine Verschiebung des Maximums der Natriumkonzentration auf den Fütterungszeitpunkt hin ein, anschließend fällt der Natriumserumspiegel bis 24 Uhr ab. Am fünften Tag stellt sich das Maximum auf drei Stunden vor der Fütterung ein. Der sechste Tag zeigt einen unregelmäßigen Verlauf, es sind zwei Maxima vorhanden. Erst der siebte Tag mit einem Maximum um 18 Uhr läßt die Abhängigkeit der Höhe der Natriumserumkonzentration vom Zeitpunkt der Fütterung erkennen.

K a l i u m . Eine Beziehung zwischen dem Maximum des Serumkaliumwertes und der Fütterungszeit (Abb. 8) liegt nicht in dem Sinne vor wie beim Natrium (Abb. 7).

An einigen Tagen sieht man nur einen Höhepunkt (am 2., 6. und 7. Tag), an den anderen Tagen zwei Höhepunkte der Kaliumserumkonzentration. Am 1. und 3. Tag

ist der erste Höhepunkt 6 Stunden vor und das zweite Maximum 3 Stunden nach der Fütterung, während am 4. und 5. Tag der Kaliumserumspiegel bis 3 Stunden vor der Fütterung ansteigt, bis zur Fütterung wieder fällt, 3 Stunden später ein zweites Maximum erreicht und dann wieder stark fällt. Charakteristisch für alle 7 Tage mit Ausnahme des 2. Tages ist, daß 3 Stunden nach der Fütterung der Kaliumserumspiegel stark gestiegen ist und dann ebenso stark wieder fällt. Diese Beobachtungen treffen für jedes einzelne Versuchstier zu. Aus der Tabelle e sind die Stundenmittelwerte während der 7 Tage aller 4 Hunde mit ihren Standardabweichungen (s) und den Variabilitätskoeffizienten (v) zu ersenen.

Gesamtmittelwerte aus allen im Rahmen der Untersuchungsgruppe III ermittelten Serumwerten:

Na			K		
$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$	s	v
147,40	1,65	1,1	4,83	0,30	6,2

Tabelle e

Natrium- und kaliumstundenmittelwerte in mval für 4 Hunde
mit s und v über 7 Tage

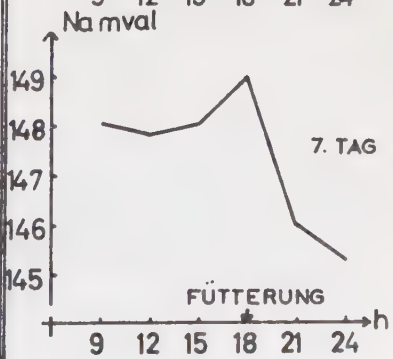
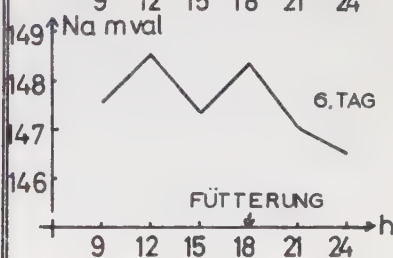
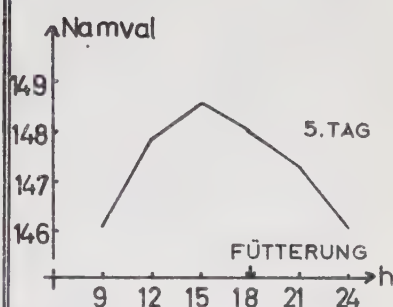
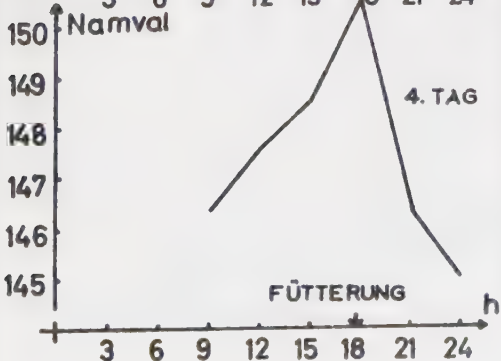
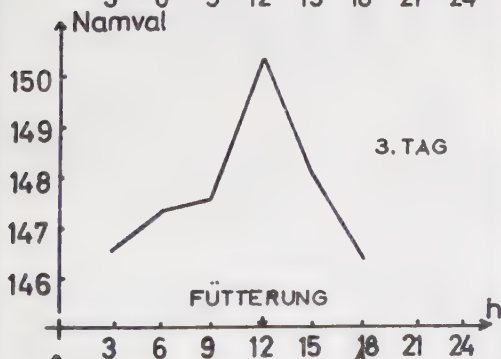
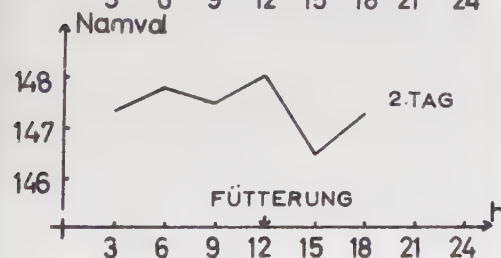
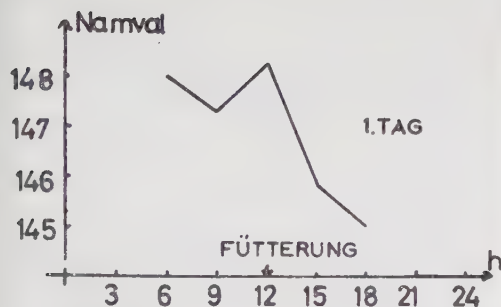
Gruppe III

Na				K		
h	$\bar{x}$	s	v	$\bar{x}$		
6	143,0	0,82	0,6	5,06	0,39	7,7
9	147,3	1,50	1,0	4,85	0,31	6,4
12	148,3	1,71	1,2	4,68	0,41	8,7
15	145,8	0,50	0,3	4,84	0,26	5,3
18	145,0	1,15	0,8	4,48	0,23	6,1
3	147,3	0,96	0,7	4,86	0,35	7,2
6	147,8	1,50	1,0	4,85	0,27	7,6
9	147,5	1,29	0,9	4,99	0,63	12,5
12	148,0	1,83	1,2	4,76	0,31	6,4
15	146,5	1,29	0,9	4,66	0,26	5,5
18	147,3	1,00	0,7	4,43	0,10	2,4
3	146,5	1,00	0,7	4,60	0,12	2,7
6	147,3	0,96	0,6	4,89	0,27	5,4
9	147,5	1,29	0,9	4,56	0,27	5,9
12	150,3	1,50	1,0	4,73	0,22	4,7
15	148,0	1,83	1,2	4,83	0,21	4,3
18	146,3	1,71	1,2	4,66	0,19	4,0
9	146,3	1,50	1,0	4,64	0,35	7,5
12	147,5	1,73	1,2	4,51	0,19	4,3
15	148,5	1,91	1,3	4,89	0,23	4,7
18	150,5	0,58	0,4	4,81	0,33	6,8
21	146,3	2,06	1,4	4,96	0,17	3,3
24	145,5	2,38	1,6	4,61	0,17	3,6
9	146,0	1,15	0,8	4,84	0,31	6,3
12	147,8	0,50	0,3	4,79	0,40	8,5
15	148,5	1,29	0,9	5,00	0,58	11,5
18	148,0	0,00	0,0	4,75	0,33	7,0
21	147,3	1,26	0,9	5,09	0,03	0,5
24	146,0	0,82	0,6	4,79	0,13	3,0
9	147,5	1,50	1,0	4,74	0,23	4,9
12	148,5	1,29	0,9	4,65	0,30	6,5
15	147,3	0,96	0,7	4,83	0,18	3,8
18	148,3	0,96	0,6	4,85	0,35	7,3
21	147,0	2,16	1,5	4,99	0,10	2,1
24	146,5	1,29	0,9	4,74	0,20	4,2
9	148,0	2,16	1,5	4,74	0,32	6,7
12	147,8	0,50	0,3	4,71	0,44	9,3
15	148,0	0,82	0,6	4,71	0,29	6,1
18	149,0	1,42	0,9	4,74	0,39	8,3
21	146,0	0,82	0,6	4,78	0,13	2,8
24	145,3	0,50	0,3	4,59	0,13	2,7

VERHALTEN DES MITTLEREN Na SERUMSPIEGELS ÜBER 7 TAGE

VON 4 HUNDEN

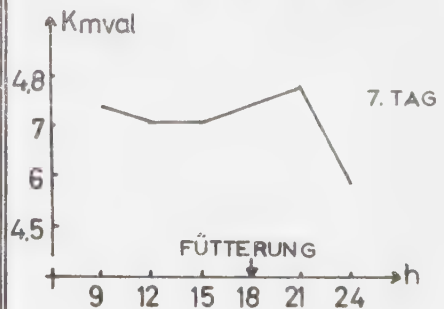
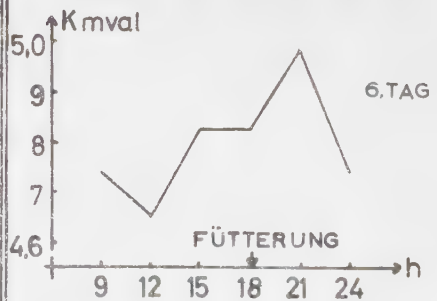
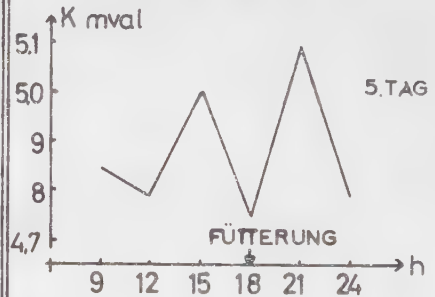
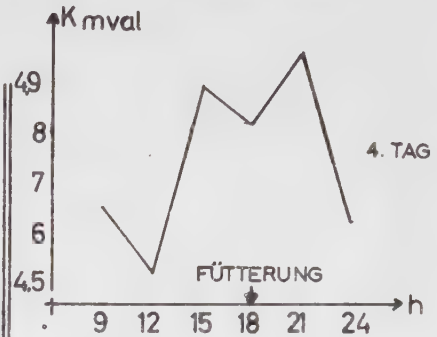
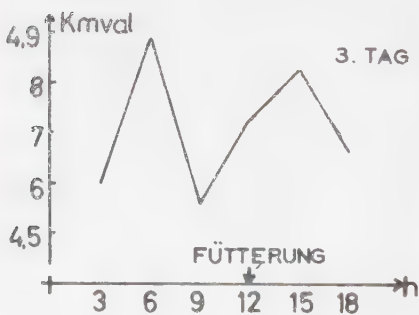
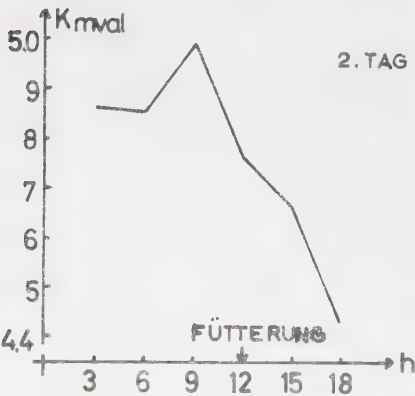
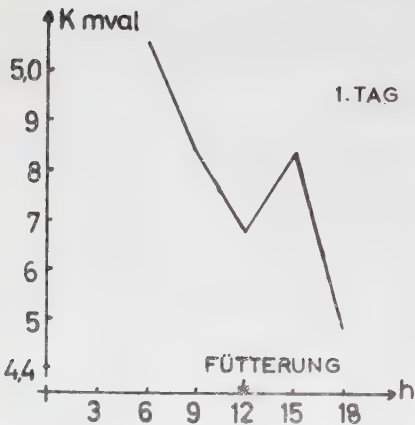
GRUPPE (III)



VERHALTEN DES MITTLEREN K-SERUMSPIEGELS ÜBER 7 TAGE

VON 4 HUNDEN

GRUPPE (III)



III. Statistische Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Durch statistische Verfahren und Analysen wurden die Untersuchungsergebnisse der Versuchsgruppen geprüft.

Für die Berechnung benutzte ich die Werte, die in der graphischen Darstellung Abbildung 9 angegeben worden sind.

In der Abbildung 9 sind die Meßergebnisse der Versuchsgruppe I (Fütterung um 12 Uhr) und der Versuchsgruppe II (Fütterung um 24 Uhr) für einen 24-Stundenbereich zusammengefaßt, um einen besseren Überblick über den Verlauf des Na-, K- und Ca-Serumspiegels während eines Tages und einer Nacht zu haben. Es wurden die Serumwerte der Hunde zu den zeitgleichen Untersuchungsstunden gemittelt (z.B. alle um 9 Uhr gemessenen Natriumwerte usw.). In der Versuchsgruppe I wurden so von 11 Hunden 33 Meßwerte für die Tagesstunden und 33 Meßwerte für die Nachtstunden, in der Versuchsgruppe II von 10 Hunden für die beobachteten Tagesstunden 30 Meßwerte, für die Nachtstunden ebenfalls 30 Werte gemittelt und graphisch dargestellt.

Für die einzelnen Kationen soll geprüft werden:

N a t r i u m

- | | |
|-----------|---|
| Gruppe I | 1. Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration? |
| | 2. Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Konzentrationen zu den einzelnen Tageszeiten? |
| Gruppe II | 1. Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration? |
| | 2. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Serumkonzentration und der Tageszeit? |

K a l i u m

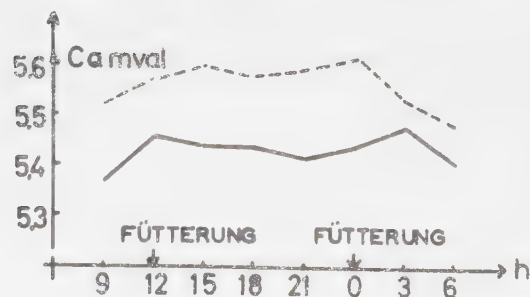
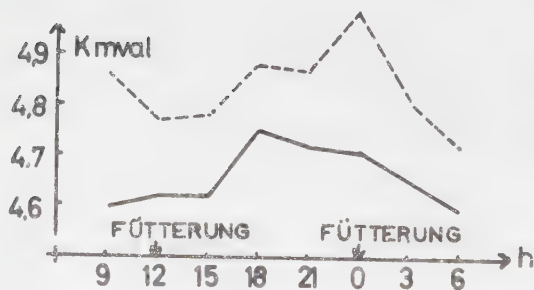
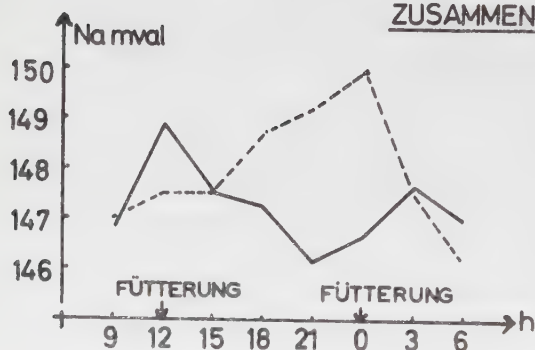
Gruppe I und II

1. Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration?

Na-, K- UND Ca-SERUMSPIEGEL IM VERLAUF
VON 24 STUNDEN

ZUSAMMENFASSUNG DER WERTE

GRUPPE I+ II



GRUPPE I ———

GRUPPE II - - - - -

2. Besteht ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Serumkonzentration und der Tageszeit?

Calcium

Gruppe I und II

1. Besteht ein signifikanter Unterschied zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration?

Die Gruppe III wurde statistisch nicht ausgewertet.

Statistische Verfahren

Mit Hilfe des paarweisen Vergleiches von Mittelwerten wurde nach den Angaben von WEBER (40) der Unterschied zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration berechnet.

Die Mittelwerte der Tages- und Nachtstunden von den einzelnen Hunden wurden paarweise geordnet, die Differenzen der Paare gebildet und dann wie Stichproben behandelt.

Die Differenz zwischen den Paaren wurde mit d_i bezeichnet. Den Mittelwert der Differenzen $\bar{d}$ errechnet man nach der Formel

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum d_i$$

und die Standardabweichung

$$s_d = \sqrt{\frac{(d_i - \bar{d})^2}{n-1}}$$

Mit Hilfe der Prüfvariablen

$$t = \frac{\bar{d}}{s_d} \cdot \sqrt{n}$$

soll die H_0 - Hypothese getestet werden, daß die Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtwerten nur zufällig sind.

Die Hypothese muß akzeptiert werden, wenn

$$t \leq t(\alpha; f) \text{ ist.}$$

$t(\alpha; f)$ = kritischer Wert, der aus der Tabelle 5 (WEBER) abgelesen werden kann.

α = angegebene Irrtumswahrscheinlichkeit

f = Zahl der Freiheitsgrade

Anwendungsbeispiel

Hd	Tag	Nacht	d_i	$(d_i - \bar{d})^2$
1	144,92	146,50	- 1,58	
2	144,42	144,25	+ 0,17	
3	143,75	143,83	- 0,08	
4	147,92	147,50	+ 0,42	
5	148,50	147,92	+ 0,58	
6	147,00	145,42	+ 1,58	
7	148,08	147,08	+ 1,00	
8	150,17	149,25	+ 0,92	
9	150,33	147,83	+ 2,50	
10	149,33	148,08	+ 1,25	
11	149,67	148,17	+ 1,50	
	147,67	146,89	+ 8,26	11,26

$$\bar{d} = \frac{8,26}{11} = 0,7509$$

$$s_d = \sqrt{\frac{11,26}{10}} = 1,0613$$

$$t = \frac{0,7509}{1,0613} \cdot 3,317 = 2,35$$

$$t = 2,35 > t(0,05; 10) = 2,23$$

Die H_0 - Hypothese wird abgelehnt, da t größer als der abgelesene Wert 2,23 bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$ ist. Während der Tagesstunden ist der durchschnittliche Natriumspiegel höher als während der Nachtstunden.

Regression

Mit Hilfe der Regressionsanalyse (WEBER) wurde der Zusammenhang zwischen der Höhe der Serumkonzentration und der Tageszeit untersucht.

Über die Durchführung und Gang der Analyse berichtet SPRENGER (35) ausführlich.

Für die Prüfung der Abhängigkeit der mittleren Serumkonzentra-

tion von der Zeit wird folgender linearer Zusammenhang angenommen:

$$y_i = \bar{y} + b_{yt} \cdot t_i$$

Ein Rechenbeispiel soll über den Gang der Untersuchung aufklären.

t	t ^x	y _i	(t) ²	t · y _i	(y _i - $\bar{y}$) ²
0	-1	150,0	1	- 150,0	4,41
0	-1	150,7	1	- 150,7	7,48
0	-1	150,1	1	- 150,1	4,84
3	0	146,8	0	0,0	1,21
3	0	148,3	0	0,0	0,16
3	0	147,3	0	0,0	0,36
6	+1	146,2	1	+ 146,2	2,89
6	+1	147,3	1	+ 147,3	0,36
6	+1	145,2	1	+ 145,2	7,29
0	$\bar{y}$	147,9	6	12,1	29,36

t = Zeitwert

t^x = transformierte Zeitwerte

y_i = einzelne Serumwerte

$\bar{y}$ = arithmetischer Mittelwert

Berechnung der Regressionskoeffizienten

$$b_{yt} = \frac{12,1}{6} = 2,01 \quad \text{und} \quad b_{ty} = \frac{12,1}{29,36} = 0,41$$

b_{yt} = Regressionskoeffizient der Regressionsgeraden in Abhängigkeit von der Zeit

b_{ty} = Regressionskoeffizient der Regressionsgeraden in Abhängigkeit von der Serumkonzentration

Berechnung der Standardabweichung

$$s_{yt} = \sqrt{+ \frac{1}{7} \left(29,36 - \frac{146,41}{6} \right)} = \pm 0,8247$$

Berechnung der Korrelationskoeffizienten

$$r = \sqrt{2,01 \cdot 0,41} = 0,9078$$

Prüfung der Regression

$$r = 0,9078 > \frac{2,36}{2,36^2 + 7} \quad t_{(1-\alpha/2; n-2)} = 2,36$$

$$r = 0,9078 > 0,6648$$

Tafel 5 (WEBER)

$$\alpha = 5\%; \quad n = 9$$

Da r größer als der kritische Wert ist, muß die Prüfhypothese $H_0: \rho = 0$ abgelehnt werden. Die empirisch ermittelte mittlere Abhängigkeit der Serumwerte von der Zeit ist nicht zufällig.

Die statistischen Ergebnisse

N a t r i u m

Paarweiser Vergleich Tag / Nacht

Untersuchungsgruppe I

Die Tagesmittelwerte für Natrium der 11 Hunde wurden aus den einzelnen Stundenwerten von einschließlich 9 - 18 Uhr gebildet, die Nachtmittelwerte aus den Werten von einschließlich 21 - 6 Uhr.

$\bar{x}$	Tag	147,6 mval	$\bar{d} = 0,75$	$n = 11$
$\bar{x}$	Nacht	146,8 mval	$s_d = 1,06$	$\alpha = 5\%$
				$f = n - 1 = 10$

$$t = 2,35 > t_{\alpha; f} = 2,23$$

Bei der Fütterung um 12 Uhr ist der mittlere Natriumserumspiegel während der Tagesstunden signifikant höher als während der Nachtstunden.

Untersuchungsgruppe II

Die Beobachtungswerte von 9 Uhr bis einschließlich 18 Uhr bilden den Tagesmittelwert, die von 21 Uhr bis einschließlich 6 Uhr den Nachtmittelwert.

$\bar{x}$	Tag	147,6 mval	$\bar{d} = 0,54$	$n = 10$
$\bar{x}$	Nacht	148,2 mval	$s_d = 0,754$	$\alpha = 5\%$
				$f = n - 1 = 9$

$$t = 2,27 > t_{\alpha; f} = 2,26$$

Bei der Fütterung um 0 Uhr ist der mittlere Natriumserumspiegel während der Nachtstunden signifikant höher als während der Tagesstunden.

Für die Untersuchungsgruppe I wurde geprüft, ob ein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Konzentrationen zu den einzelnen Tageszeiten besteht.

Vergleich 9 Uhr - 12 Uhr

$$\begin{array}{llll} \bar{x}_9 = 146,8 \text{ mval} & \bar{d} = 2,19 & n = 11 \\ \bar{x}_{12} = 148,9 \text{ mval} & s_d = 1,38 & \alpha = 5\% \\ t = 5,25 > t_{\alpha;f} = 2,23 & & f = 10 \end{array}$$

Vergleich 12 Uhr - 21 Uhr

$$\begin{array}{llll} \bar{x}_{12} = 148,9 \text{ mval} & \bar{d} = 2,74 & n = 11 \\ \bar{x}_{21} = 146,2 \text{ mval} & s_d = 1,01 & \alpha = 5\% \\ t = 8,96 > t_{\alpha;f} = 2,23 & & f = 10 \end{array}$$

Vergleich 21 Uhr - 3 Uhr

$$\begin{array}{llll} \bar{x}_{21} = 146,2 \text{ mval} & \bar{d} = 1,65 & n = 11 \\ \bar{x}_3 = 147,7 \text{ mval} & s_d = 1,35 & \alpha = 5\% \\ t = 4,05 > t_{\alpha;f} = 2,23 & & f = 10 \end{array}$$

Vergleich 3 Uhr - 9 Uhr

$$\begin{array}{llll} \bar{x}_3 = 147,7 \text{ mval} & \bar{d} = 0,98 & n = 11 \\ \bar{x}_9 = 146,8 \text{ mval} & s_d = 1,34 & \alpha = 5\% \\ t = 2,44 > t_{\alpha;f} = 2,23 & & f = 10 \end{array}$$

Für alle vier Prüfungen der Untersuchungsgruppe I ist die Nullhypothese abzulehnen, da die berechneten t - Werte größer als die Tabellenwerte für α und f (Tafel 5 WEBER) sind. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ bestehen zwischen den geprüften Zeiten und der Höhe der Natriumserumkonzentration signifikante Unterschiede.

Für die Untersuchungsgruppe II wurden geprüft, ob der Anstieg des Natriumserumspiegels von 6 Uhr bis 0 Uhr und der Abfall von 0 Uhr bis 6 Uhr von der Zeit abhängt. Für das Prüfverfahren wurden die Werte der Abbildung 9 eingesetzt.

Anstieg von 6 Uhr bis 0 Uhr

$$\begin{aligned} b_{yt} &= 0,6012 & s_{yt} &= 0,8541 & n &= 21 \\ b_{ty} &= 1,1422 & r &= 0,8287 & \alpha &= 5\% \\ & & & & f &= n - 2 = 19 \\ r &= 0,8287 > 0,4322 \end{aligned}$$

Abstieg von 0 Uhr bis 6 Uhr

$$\begin{aligned} b_{yt} &= 2,01 & s_{yt} &= 0,8247 & n &= 9 \\ b_{ty} &= 0,41 & r &= 0,9078 & \alpha &= 5\% \\ & & & & f &= 7 \\ r &= 0,9078 > 0,6648 \end{aligned}$$

In beiden Prüfungen ist der Korrelationskoeffizient größer als der kritische Wert der Prüfvariablen. Die Hypothese $H_0: \rho = 0$ muß abgelehnt werden.

Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ sind die ermittelten Regressionen nicht zufällig.

K a l i u m

Paarweiser Vergleich Tag / Nacht

Untersuchungsgruppe I

Der Vergleich erfolgt nach dem gleichen Schema wie für Natrium

$$\begin{aligned} \bar{x} \text{ Tag} & 4,65 \text{ mval} & \bar{d} &= 0,020 & n &= 11 \\ \bar{x} \text{ Nacht} & 4,67 \text{ mval} & s_d &= 0,0791 & \alpha &= 5\% \\ & & & & f &= 10 \\ t &= 0,839 < t_{\alpha;f} = 2,23 \end{aligned}$$

Untersuchungsgruppe II

$$\bar{x} \text{ Tag} \quad 4,82 \text{ mval} \quad \bar{d} = 0,024 \quad n = 10$$

$$\bar{x} \quad \text{Nacht} \quad 4,85 \text{ mval} \quad s_d = 0,1198 \quad \alpha = 5 \% \\ f = 9 \\ t = 0,634 < t_{\alpha;f} = 2,26$$

Da die berechneten t - Werte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5 \%$ kleiner als die Tabellenwerte sind, muß die Nullhypothese angenommen werden.

Es besteht für Kalium kein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Tages- und Nachtserumkonzentrationen weder bei Gruppe I noch bei Gruppe II.

Regression

Für beide Untersuchungsgruppen wurde geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen der Höhe der Serumkonzentration und der Tageszeit besteht.

Untersuchungsgruppe I

Ist der Anstieg der Serumkaliumkonzentration von 6 Uhr bis 18 Uhr und der Abfall zwischen 18 Uhr und 6 Uhr von der Zeit abhängig? Die Werte wurden der Abbildung 9 entnommen.

Anstieg von 6 Uhr bis 18 Uhr

$$b_{yt} = 0,032 \quad s_{yt} = 0,0442 \quad n = 5 \\ b_{ty} = 19,876 \quad r = 0,7975 \quad \alpha = 5 \% \\ f = 3 \\ r = 0,7975 < 0,8782$$

Abstieg von 18 Uhr bis 6 Uhr

$$b_{yt} = -0,036 \quad s_{yt} = 0,0177 \quad n = 5 \\ b_{ty} = -25,889 \quad r = 0,966 \quad \alpha = 5 \% \\ f = 3 \\ r = 0,966 > 0,8782$$

Da bei einer Prüfung des Anstieges der Korrelationskoeffizient kleiner als der kritische Wert der Prüfvariablen ist, muß die Hypothese ($H_0 : \rho = 0$) angenommen werden. Die Regression ist bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5 \%$ zufällig.

Die Prüfung des Abstieges ergab, daß die Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ nicht zufällig ist.

Untersuchungsgruppe II

Ist der Anstieg des Serumkaliumspiegels von 12 Uhr bis 0 Uhr und der Abfall zwischen 0 Uhr und 6 Uhr von der Zeit abhängig? Für das Prüfverfahren wurden die Werte aus der Abbildung 9 entnommen.

Anstieg von 12 Uhr bis 0 Uhr

$$\begin{array}{lll} b_{yt} = 0,0537 & s_{yt} = 0,1242 & n = 15 \\ b_{ty} = 5,612 & r = 0,549 & \alpha = 5\% \\ & & f = 13 \\ & r = 0,549 > 0,5138 \end{array}$$

Abstieg von 0 Uhr bis 6 Uhr

$$\begin{array}{lll} b_{yt} = 0,1367 & s_{yt} = 0,0865 & n = 9 \\ b_{ty} = 4,988 & r = 0,8258 & \alpha = 5\% \\ & & f = 7 \\ & r = 0,8258 > 0,6648 \end{array}$$

Da in beiden Prüfungen der Korrelationskoeffizient größer als der kritische Wert der Prüfvariablen ist, muß die Hypothese ($H_0: \rho = 0$) abgelehnt werden. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5\%$ sind die ermittelten Regressionen nicht zufällig.

Calcium

Paarweiser Vergleich Tag / Nacht

Der Vergleich erfolgt nach dem gleichen Schema wie für Natrium und Kalium.

Untersuchungsgruppe I

$$\begin{array}{llll} \bar{x} & \text{Tag} & 5,43 \text{ mval} & \bar{d} = 0,013 \quad n = 11 \\ \bar{x} & \text{Nacht} & 5,44 \text{ mval} & s_d = 0,0751 \quad \alpha = 5\% \\ & & & f = 10 \\ & t = 0,5742 < t_{\alpha;f} = 2,23 \end{array}$$

Untersuchungsgruppe II

$\bar{x}$	Tag	5,57 mval	$\bar{d} = 0,014$	$n = 10$
$\bar{x}$	Nacht	5,55 mval	$s_d = 0,0802$	$\alpha = 5 \%$
				$f = 9$

$$t = 0,5528 < t_{\alpha;f} = 2,26$$

Für beide Untersuchungsgruppen muß die Nullhypothese angenommen werden, da die berechneten t - Werte bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 5 \%$ kleiner als die Tabellenwerte sind.

Es besteht für Calcium weder bei der Gruppe I noch bei der Gruppe II ein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Tages- und Nachtserumkonzentrationen.

B E S P R E C H U N G D E R E R G E B N I S S E

Zur Klärung der Frage, inwieweit die Fütterung einen Einfluß auf die Höhe des Elektrolytserumspiegels hat, wurde bei drei Versuchsgruppen gesunder Hunde fortlaufend der Natrium-, Kalium- und Calciumgehalt des Serums bestimmt. Der Zeitraum der Untersuchungen erstreckte sich bei den ersten beiden Gruppen über 72 Stunden, bei der dritten Gruppe über 7 Tage.

Die Fütterung erfolgte zu verschiedenen Zeiten. Gruppe I erhielt um 12 Uhr, Gruppe II um 0 Uhr und Gruppe III um 12 Uhr bzw. 18 Uhr ihr Futter, das über die gesamte Versuchszeit die gleiche Zusammensetzung aufwies. Die Blutentnahme wurde alle drei Stunden vorgenommen.

In der Versuchsgruppe I wurden 11 Hunde, die um 12 Uhr ihr Futter bekamen, über 72 Stunden beobachtet.

Zum Zeitpunkt der Fütterung erreicht der Natriumserumspiegel im Mittel seinen höchsten Wert. Auf Grund der statistischen Untersuchungen wurde eine Periodizität innerhalb von 24 Stunden festgestellt. Diese Aussage folgt aus der Abbildung 9, deren Zustandekommen auf Seite 31 erklärt ist. Danach ist die durchschnittliche Natriumserumkonzentration um 12 Uhr 2,19 mval höher als um 9 Uhr. Um 21 Uhr ist der Natriumspiegel wieder 2,74 mval niedriger als mittags um 12 Uhr. Der Anstieg bis 3 Uhr war um 1,65 mval größer als der durchschnittliche Wert um 21 Uhr. Weiter geht aus der Abbildung 9 hervor, daß der Natriumserumspiegel einen signifikanten Unterschied zwischen den durchschnittlichen Tages- und Nachtwerten mit $\bar{d} = 0,75$ mval aufweist. Die Variabilitätskoeffizienten der Serumkonzentration bei den einzelnen Tieren vom 72-Stundenmittelwert sowie von den Stundenmittelwerten bewegen sich in den Grenzen zwischen 0,9 % und 2,4 % (Tabellen a und b).

K a l i u m. Eine Abhängigkeit des Kaliumserumspiegels vom Fütterungszeitpunkt konnte statistisch nicht festgestellt werden. Auch ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Tages- und Nachtwerten nachweisen.

Um 18 Uhr erreicht der Kaliumspiegel seinen höchsten Wert, um 6 Uhr seinen tiefsten (Abb. 9, Seite 32). Der Abfall der Serumkonzentration von 18 Uhr bis 6 Uhr ist abhängig von der Zeit, während der Anstieg von 9 Uhr bis 18 Uhr nicht zeitabhängig ist.

C a l c i u m. Der Calciumserumspiegel wurde durch die Fütterung nicht beeinflusst. Auch weist er keinen signifikanten Unterschied zwischen der mittleren Tages- und Nachtserumkonzentration auf. Die Schwankung um den 72-Stundenmittelwert ist sehr gering.

In der Versuchsgruppe II wurden 10 Hunde drei Tage lang untersucht. Die Fütterung erfolgte um 0 Uhr.

N a t r i u m. Wie in der Versuchsgruppe I weist zur Fütterungszeit um 0 Uhr der Natriumserumspiegel sein Maximum auf, 6 Stunden später ist dann das Minimum erreicht. Die statistische Auswertung ergibt, daß der Anstieg von 6 Uhr bis 0 Uhr und der Abstieg von 0 Uhr bis 6 Uhr abhängig von der Zeit ist. Daraus folgt, daß der Natriumspiegel einem 24-Stundenrhythmus unterliegt. Die Natriumwerte zeigen nach Abb. 9, daß zwischen der Tages- und Nachtserumkonzentration ein signifikanter Unterschied mit $\bar{d} = 0,54$ mval besteht. Die Streuung der Natriumserumkonzentration der einzelnen Hunde um den 72-Stundenmittelwert und um die Stundenmittelwerte bewegt sich in den Grenzen von 0,5 bis 2 % (Tabellen c. und d).

K a l i u m. Zum Zeitpunkt der Fütterung um 0 Uhr erreicht der Kaliumwert seinen Höhepunkt und fällt dann steil bis 6 Uhr ab. Bis 9 Uhr erhöht sich der Kaliumwert leicht, um dann stärker ab ca. 12 Uhr bis zur Fütterung um Mitternacht anzusteigen. Der Anstieg und Abfall des Serumspiegels ist jeweils abhängig von der Zeit.

Die Kaliumwerte im Serum unterliegen einem Tagesrhythmus. Die Variabilitätskoeffizienten der Werte der einzelnen Hunde vom 72-Stundenmittelwert und von den Stundenmittelwerten liegen zwischen 2,9 % und 3,2 % (Tabellen c und d).

C a l c i u m. Eine fütterungsbedingte Beeinflussung des Calciumserumspiegels läßt sich statistisch nicht sichern. Auch ist kein signifikanter Unterschied zwischen den mittleren Tag- und Nachtwerten festzustellen.

Versuchsgruppe III In dieser Versuchsgruppe wurden 4 Hunde drei Tage um 12 Uhr und an den folgenden vier Tagen um 18 Uhr gefüttert.

Mit Hilfe dieser Untersuchung soll die zeitliche Reaktion des Elektrolytserumspiegels auf eine Verschiebung der Futtergabe geprüft werden.

N a t r i u m. Wie die Abbildung 7 erkennen läßt, wird, abgesehen vom 5. und 6. Tag, das Maximum der Natriumserumkonzentration im Zeitpunkt der Fütterung erreicht.

K a l i u m. Während der Beobachtungszeit ergab sich keine fütterungsbedingte Abhängigkeit der Kaliumserumkonzentration.

In der mir zugänglichen Literatur wurden bisher ähnliche Untersuchungen bei Hunden über 24 Stunden nicht beschrieben. Es liegen aber Untersuchungen über die Rhythmik und Periodizität innerhalb von 24 Stunden im biologischen Geschehen vor.

Zum Beispiel führte SPRENGER (35) Elektrolytuntersuchungen im Serum von Rindern über längere Zeit durch. Bei den drei Kationen Natrium, Kalium und Calcium fand er einen 24-Stundenrhythmus. Wie in meinen Versuchsgruppen beobachtete er bei allen Rindern einen tagesrhythmischen Anstieg und Abfall des Natriumserumspiegels, der im Durchschnitt von der Tageszeit abhängig war. Ebenfalls wurde bei allen Rindern ein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Tages- und der mittleren Nachts serumkonzentration festgestellt. Die Tageswerte sind höher als die Nachtwerte. Ähnlich wie bei dem Kaliumspiegel der Hunde fand SPRENGER (35) bei den Rindern einen tagesrhythmischen An- und Abstieg, der signifikant war.

Über das Vorhandensein einer 24-Stundenperiodik bei Tieren wurde mehrfach berichtet.

CLARK und BAKER (10) fanden bei Ratten Schwankungen in der Höhe der Prolactinkonzentration der Hypophyse. Um 16 Uhr war die Prolactinkonzentration am größten, der Anstieg von 12 Uhr bis 16 Uhr und der Abfall bis 22 Uhr waren signifikant. Von 22 Uhr bis 2 Uhr stieg die Prolactinkonzentration in der Hypophyse, behielt bis 8 Uhr ungefähr das gleiche Niveau und fiel dann wieder bis Mittag. Der Prolactinspiegel zeigte eine Tagesperiode mit einem Maximum, wie es auch bei der Natrium- und Kaliumserumkonzentration unserer Versuchshunde beobachtet wurde.

Nach UNGER und HALBERG (zit. nach CLARK und BAKER) (10) folgt die Höhe der Corticotropinkonzentration in der Hypophyse der Maus ebenfalls einer 24-Stundenperiodik.

Über die täglichen Veränderungen der Blutzuckerkonzentration im Haushuhn berichten NOWOSIELSKI und PATON (25). Im Laufe des Tages treten Schwankungen der Blutzuckerkonzentration auf, drei Stunden vor Eintritt der Dämmerung erreicht diese ihre größte Höhe.

Über die Tagesperiodik des Serumeisenspiegels bei gesunden Pferden berichten SCHÜTZLER und WIEDNER (33). Bei gefütterten Pferden wird ein starker Anstieg der Serumeisenkonzentration in den Vormittagsstunden beobachtet, die dann langsam wieder absinkt und um 6 Uhr morgens ihren tiefsten Wert erreicht. Pferde, die am Untersuchungstag nicht gefüttert wurden, hatten in der Tagesperiodik nur einen geringen Schwankungsbereich. Bei Hungerversuchen nahm die Serumeisenkonzentration während der Tagesstunden zu und in den Abend- und Nachtstunden ab. Die Schwankungen wurden im Laufe der Zeit geringer, am dritten Tag war der Serumeisenspiegel um 100 % unter dem Ausgangswert. Durch Fütterung wurde sehr schnell die Differenz ausgeglichen. Die verschiedenen Versuchsreihen zeigten die Abhängigkeit der Höhe des Serumeisenspiegels von der Fütterung.

PONSOLD et al. (27) untersuchten den Serumcalciumspiegel von Nagetieren. Signifikante tageszeitliche Schwankungen ließen sich nicht nachweisen. Da jedoch nur zwischen 8 Uhr und 18 Uhr gemessen wurde, konnte über mehr als die Hälfte des Tages keine Aussage gemacht werden.

NELSON (24) fand bei Mäusen einen 24-Stundenrhythmus der organischen Phosphate im Blutplasma, der statistisch abgesichert werden konnte.

Die durchschnittlichen Ergebnisse der drei Versuchsgruppen für Natrium, Kalium und Calcium decken sich im allgemeinen mit den Werten von HEINE (16), KÖHLER (20), BRANDT (6) und anderen, die ihre Untersuchungen ebenfalls mit Hilfe der Flammenphotometrie durchführten. Ältere Autoren, die für ihre Versuche chemische Methoden verwendeten, geben zum Teil höhere Werte an.

Zusammenfassung

An 14 klinisch gesunden Hunden wurden mit Hilfe der Flammenphotometrie die Natrium-, Kalium- und Calciumkonzentrationen im Serum bestimmt.

Es wurde der Serumspiegel dieser Kationen über einen längeren Zeitraum unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Futtergabe untersucht. Die Blutentnahmen erfolgten jeweils in Abständen von 3 Stunden. Die Beobachtungszeiten von 9 Uhr bis 18 Uhr wurden als Tagesstunden, die von 21 Uhr bis 6 Uhr als Nachtstunden bezeichnet.

Die Versuchsgruppe I bestand aus 11 Hunden. Sie erhielten ihr Futter jeweils um 12 Uhr. Der Na-, K- und Ca-Spiegel wurde über 72 Stunden verfolgt.

Bei Versuchsgruppe II, die 10 Hunde umfaßte, wurde die Futtergabe auf 24 Uhr verlegt. Auch hier erstreckte sich der Untersuchungszeitraum der drei Kationen über 72 Stunden.

Für die Versuchsgruppe III, die aus vier Hunden bestand, wurde die Beobachtungszeit auf 7 Tage ausgedehnt. Es wurden hier nur die Natrium- und Kaliumkonzentrationen im Serum bestimmt. Die Tiere erhielten drei Tage ihr Futter um 12 Uhr und an den vier folgenden Tagen um 18 Uhr.

Bei den Untersuchungen wurde beobachtet, daß eine Periodizität der Natriumwerte in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Futteraufnahme besteht. Bei Gruppe I (Fütterung 12 Uhr) liegen die Tageswerte über den Nachtwerten. Der höchste Wert wurde zum Zeitpunkt der Fütterung gefunden.

Aus den an der Gruppe II (Fütterung 24 Uhr) erhobenen Befunden ist ersichtlich, daß die Nachtwerte über den Tageswerten liegen. Zum Zeitpunkt der Futtergabe um 24 Uhr wurden die höchsten Natriumwerte beobachtet.

Die Werte der Versuchsgruppe III (Fütterung drei Tage um 12 Uhr, dann vier Tage um 18 Uhr) lassen erkennen, daß mit der Veränderung der Fütterungszeit auch das Maximum der Natriumkonzentration im Serum verschoben wird.

Die Kaliumwerte der Gruppen I, II und III zeigen keine statistisch gesicherten Tag- Nachtunterschiede und auch keine Beeinflussung durch die Veränderung der Fütterungszeit.

Auch die Calciumwerte lassen keine Tag- Nachtunterschiede erkennen. Eine Abhängigkeit der Werte von der Fütterungszeit liegt auch hier nicht vor.

In den einzelnen Gruppen wurden folgende Mittelwerte gefunden:

	Na mval	K mval	Ca mval
Gruppe I	147,27 $\pm$ 2,65	4,66 $\pm$ 0,29	5,43 $\pm$ 0,21
Gruppe II	147,95 $\pm$ 2,21	4,84 $\pm$ 0,28	5,56 $\pm$ 0,20
Gruppe III	147,40 $\pm$ 1,65	4,83 $\pm$ 0,30	-----

LITERATURVERZEICHNIS

1. ABDERHALDEN, E.
Zur quantitativen vergleichenden Analyse des Blutes.
Zschr. physiol. Chemie 23, 521, 1897
 25, 64, 1898
2. ALBRITTON, E.C.
Standard values in blood.
Philadelphia, London : 1952 Saunders
3. AMROUSI, S.EL.
Untersuchungen über die Elektrolyte Kalium, Natrium
und Calcium im Blutserum gesunder und kranker Pferde.
Vet. med. Diss., Gießen 1961
4. BAER, J.E., PECK, H.M. and MC KINNEY, S.E.
Some normal laboratory values in the dog.
Proc. Soc. Exper. Biol. Med. N.Y. 95, 80, 1957
5. BELKE, J., A. DIERKESMANN
Eine flammenphotometrische Methode zur Bestimmung
von Na, K und Ca in biologischen Flüssigkeiten.
Naunyn - Schmiedeberg's Arch. exper. Path.
 205, 629, 1948
6. BRANDT, H.P.
Der Mineralstoffgehalt im Serum und der Skelett-
muskulatur gesunder und kranker Hunde.
Vet. med. Diss., Hannover 1961
7. BRIX, H.
Natrium-, Kalium- und Magnesiumbestimmungen im
Gesamtblut von gesunden und kranken Hunden.
Vet. med. Diss., Leipzig 1933
8. BUNGE, G.
Zur quantitativen Analyse des Blutes.
Zschr. Biol. 12, 191, 1876

9. CARR, M.H., P.R. SCHLOERB
Blood components in the dog: normal values.
J. Laborat. Clin. Med. 53, 646, 1959
10. CLARK, R.H., B.L. BAKER
Circadian Periodicity in the Concentration of
Prolactin in the Rat Hypophysis.
Science 143, 375, 1964
11. DRESSSELHAUS, F.
Flammenphotometrische Kalium- und Natriumbestimmungen
im Serum von Saug- und Absatzferkeln.
Vet. med. Diss., Hannover 1961
12. FARNOW, D.
Kalium-, Natrium- und Chlorblutserumuntersuchungen
beim Pyometrakomplex der Hündin und unter dem
Einfluß der Hysterektomie.
Vet. med. Diss., Berlin 1963 Freie Universität
13. FREY, H.H., DÖNHARDT, A. u. F. LENZ
Elektrokardiogramm und Serumkalium während der
Narkose mit Thiobarbituraten.
Der Anaesthesist 7, 103, 1958
14. GAFNER, P.
Über den Natrium- und Kaliumgehalt des Blutplasmas
einiger Haustiere, sowie den Einfluß peroraler
Natrium und Kaliumverabreichungen auf den Gehalt
dieser Elemente im Blut der Ziege.
Vet. med. Diss., Bern 1955
15. Handbuch: Flammenphotometer "Eppendorf"
Netheler u. Hinz GmbH. Hamburg (Selbstverlag)

16. HEINE, W.
Beitrag zur flammenphotometrischen Kalium- und Natriumbestimmung im Serum von Hunden.
Vet. med. Diss., Hannover 1959
17. HERRMANN, R.
Flammenphotometrie
Springer Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956
18. KLAUS, H.
Die flammenphotometrische Bestimmung des Natrium-, Kalium- und Calciumgehaltes im Serum von gesunden, gebärenden und laktierenden Hunden.
Vet. med. Diss. Leipzig 1955
19. KMENT, A.
K- Bestimmung im Serum von Haustieren.
Wien. tierärztl. Mschr. 7, 398 1949
20. KOHLER, G.
Flammenphotometrische Untersuchungen auf Natrium und Kalium im Serum gesunder und urämischer Hunde.
Vet. med. Diss., Berlin 1961, Freie Universität
21. KOKNBERG, L.
Flammenphotometrische Bestimmungen des Natriumgehaltes im Blutserum bei klinisch gesunden und kranken Pferden, Rindern und Schafen.
Vet. med. Diss., Hannover 1957
22. MAGUNNA, E.
Veränderungen der Kationenkonzentrationen im Serum von Hunden nach operativen Eingriffen.
Vet. med. Diss., Hannover 1963
23. MORGULIS, S.
Über den Ca- und K-Gehalt im Blutserum hungernder Hunde.
Biochem. Zschr. 208, 257, 1929

24. NELSON, W.
Aspects of circadian periodic changes in phosphorus metabolism in mice.
Amer. J. Physiol. 206, 589, 1964
25. NOWOSIELSKI, J.W., R.L. PATTON
Daily Fluctuation in the blood sugar Concentration of the house cricket, *Gryllus domesticus* L.
Science 144, 180, 1964
26. PIGOR, E.
Zur flammenphotometrischen Bestimmung von Ca, Na und K im Blutserum.
Vet. med. Diss., Gießen 1954
27. PONSOLD, G., G. LUFT, H. SEIPELT
Bleibt der Serumcalciumspiegel von Nagetieren während des Tages konstant?
Naturwissenschaften 49, 88, 1962
28. PRIEUR, W.D.
Die Konstanten des Hundes.
Kleintierpraxis 6, 40, 1962
29. SANDER, B.
Flammenphotometrische Kaliumbestimmungen im Blutserum gesunder Rinder, Pferde und Schafe.
Vet. med. Diss., Hannover 1956
30. SCHAZILLO, B.A. u. KONSTANTINOWSKAJA
Über den Einfluß des experimentellen Hungerns auf den K- und Ca-Ionengehalt im Blutserum.
Biochem. Zschr. 201, 318, 1928
31. SCHMIDTKE, H.O., D. SCHMIDTKE
Versuche der Diagnostik und Therapie von Kaliummangelzuständen bei Hunden.
Kleintierpraxis 6, 94, 1961

32. SCHÜTZ, W.

Flammenphotometrische Untersuchungen von Calcium Natrium und Kalium im Blutserum aller Haustiere.
Vet. med. Diss., Gießen 1954

33. SCHÜTZLER, G., W. WIEDNER

Der Serumeisenspiegel gesunder Pferde.
Mhefte Vet. med., Leipzig 11, 265, 1956

34. SCHWICHTENBERG, S.G.

Untersuchungen über Kalium und Natrium in den Erythrozyten und im Plasma des Hundes.
Vet. med. Diss., Berlin 1963, Freie Universität

35. SPRENGER, H.-U.

Flammenphotometrische Untersuchungen über den Natrium-, Kalium- und Calciumserumspiegel des Rindes im Verlauf von 24 Stunden.
Vet. med. Diss., Berlin 1963, Freie Universität

36. SPURR, G.B., G. BARLOW

Plasma and erythrocyte Na, K, Cl and water in hypothermic and hyperthermic dog.
Amer. J. Physiol. 197, 648, 1959

37. STEPHAN, E.

Vergleichende Calciumbestimmungen im Blutserum verschiedener Haustiere unter besonderer Berücksichtigung der flammenphotometrischen Methode.
Vet. med. Diss., Hannover 1955

38. STIASNY, H.

Über die Narkose mit Avertin beim Hund und dessen Einfluß auf den Serum-Calciumspiegel.
Tierärztl. Rdsch. 33, 871, 1927

39. UNSHELM, J.

Ein Beitrag zur Methodik wiederholter Blutprobenentnahme beim Rind mit Hilfe von Dauerkanülen.
Berliner Münchener tierärztl. Wschr. 76, 449, 1963

40. WEBER, E.

Grundriß der biologischen Statistik.

VEB Gustav Fischer Verlag, Jena, 1961 4. Auflage

41. WIRTH, W.

Der mineralstoffgehalt im Skelettmuskel und Harn
gesunder und kranker Hunde.

Vet. med. Diss., Hannover 1958

42. WIRTH, W. u. H.P. BRANDT

Der Ionenhaushalt gesunder und kranker Hunde.

Kleintierpraxis 6, 36, 1961

43. WIRTH, W.

Das Ionogramm von Hunden mit Urämie.

Dtsch. tierärztl. Wscr. 69, 225, 1962

Am Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Professor Schützler für die Überlassung des Themas und die zahlreichen Hinweise meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Allen Mitarbeitern der Abteilung danke ich ebenfalls für die freundliche Unterstützung.

Tabelle 1

Natrium-Serumwerte von 11 Hunden in m. al (Untersuchungsgruppe I)

h	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7
9	144,0	143,0	141,0	146,0	146,0	148,0	148,0
12	144,0	147,0	142,0	148,0	152,0	147,0	148,0
15	147,0	144,0	142,0	146,0	151,0	147,0	148,0
18	142,0	146,0	143,0	148,0	149,0	148,0	150,0
21	142,0	145,0	143,0	146,0	150,0	144,0	148,0
0	154,0	144,0	144,0	148,0	149,0	146,0	149,0
3	150,0	146,0	144,0	148,0	150,0	146,0	147,0
6	142,0	145,0	143,0	145,0	149,0	146,0	148,0
9	143,0	146,0	145,0	146,0	150,0	147,0	145,0
12	144,0	143,0	145,0	150,0	151,0	148,0	150,0
15	144,0	146,0	144,0	146,0	145,0	146,0	146,0
18	142,0	142,0	143,0	146,0	147,0	146,0	150,0
21	144,0	143,0	142,0	147,0	147,0	144,0	146,0
0	145,0	144,0	143,0	147,0	148,0	146,0	146,0
3	149,0	143,0	145,0	148,0	148,0	145,0	147,0
6	148,0	143,0	144,0	146,0	152,0	144,0	144,0
9	148,0	143,0	146,0	147,0	149,0	146,0	145,0
12	148,0	145,0	146,0	153,0	149,0	148,0	151,0
15	147,0	144,0	144,0	150,0	147,0	149,0	148,0
18	146,0	144,0	144,0	149,0	146,0	144,0	148,0
21	145,0	144,0	145,0	148,0	147,0	146,0	146,0
0	147,0	143,0	144,0	149,0	145,0	147,0	147,0
3	146,0	146,0	145,0	148,0	145,0	146,0	149,0
6	146,0	145,0	144,0	150,0	145,0	145,0	148,0

Tabelle 1 (Fortsetzung)

Natrium-Serumwerte von 11 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe I)

h	Hd.8	Hd.9	Hd.10	Hd.11
9	146,0	149,0	147,0	147,0
12	151,0	148,0	150,0	152,0
15	152,0	151,0	148,0	148,0
18	150,0	149,0	152,0	149,0
21	149,0	149,0	149,0	150,0
0	148,0	148,0	145,0	146,0
3	150,0	149,0	150,0	150,0
6	151,0	149,0	149,0	149,0
9	150,0	149,0	150,0	150,0
12	154,0	151,0	152,0	148,0
15	148,0	152,0	148,0	148,0
18	150,0	152,0	149,0	149,0
21	149,0	146,0	146,0	149,0
0	148,0	148,0	148,0	148,0
3	149,0	148,0	151,0	150,0
6	149,0	149,0	150,0	148,0
9	148,0	147,0	148,0	150,0
12	152,0	154,0	151,0	153,0
15	152,0	151,0	149,0	152,0
18	149,0	151,0	148,0	150,0
21	149,0	145,0	146,0	147,0
0	147,0	146,0	146,0	146,0
3	152,0	148,0	149,0	148,0
6	150,0	149,0	148,0	147,0

Tabelle 2

Kalium-Serumwerte von 11 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe I)

h	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7	Hd.8	Hd.9	Hd.10	Hd.11
9	4,35	5,10	4,90	4,75	4,60	4,20	4,40	5,40	4,95	4,50	4,80
12	4,40	4,80	4,70	4,90	4,50	4,35	4,75	4,90	5,15	5,20	5,25
15	4,50	4,50	4,60	4,90	4,70	4,60	5,10	4,80	4,95	4,70	5,10
18	4,20	4,80	4,70	5,10	4,70	4,70	5,00	5,40	4,80	5,00	5,15
21	4,60	4,80	4,90	5,20	4,60	4,70	4,90	5,10	5,25	4,65	5,15
0	4,50	4,70	4,60	5,20	4,60	4,90	5,30	4,60	4,80	4,35	4,90
3	4,30	4,70	4,55	4,70	4,30	4,50	4,70	4,90	4,80	4,70	5,30
6	4,45	4,85	4,40	4,75	4,25	4,40	4,65	4,55	4,85	4,55	4,95
9	4,10	4,75	4,70	4,70	4,35	4,30	4,65	4,60	4,70	4,50	5,10
12	3,90	4,30	4,20	4,55	4,10	3,85	4,15	4,65	5,00	4,65	4,70
15	4,45	4,70	4,65	5,00	4,50	4,10	4,35	4,55	4,85	4,90	4,35
18	4,60	4,75	4,10	4,95	4,30	4,50	4,40	4,70	4,75	5,25	4,75
21	4,45	5,00	4,50	4,95	4,45	3,75	4,65	4,60	4,80	4,90	5,10
0	4,40	4,60	4,40	4,90	4,50	4,50	4,80	4,55	4,60	4,60	5,15
3	4,25	4,55	4,35	5,00	4,30	4,00	4,60	4,60	4,90	5,00	5,20
6	4,45	4,60	4,60	4,50	4,30	4,05	4,65	4,60	4,70	4,85	4,85
9	4,60	4,90	4,50	4,60	4,00	3,85	4,05	4,45	4,90	4,65	4,95
12	4,15	4,60	4,65	4,80	4,30	4,40	5,30	4,50	4,95	4,80	5,05
15	4,20	4,45	4,55	4,70	4,40	4,25	4,25	4,30	4,50	4,50	4,65
18	4,70	5,05	4,45	5,30	4,55	4,60	5,15	4,90	4,35	4,60	4,60
21	4,55	5,10	4,40	4,40	4,00	4,40	4,75	4,95	5,10	4,30	4,80
0	4,40	4,80	4,55	4,80	4,45	4,80	4,95	4,80	5,10	4,65	4,70
3	4,20	4,40	4,40	4,75	4,55	4,30	4,90	4,70	5,00	5,10	5,15
6	4,30	4,50	4,50	4,70	4,35	4,35	4,80	4,55	4,95	4,75	4,95

Tabelle 3

Calcium-Serumwerte von 11 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe I)

n	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7	Hd.8	Hd.9	Hd.10	Hd.11
9	5,00	5,20	5,20	5,50	5,40	5,35	5,30	5,60	5,90	5,50	5,20
12	5,20	5,30	5,25	5,45	5,50	5,40	5,30	5,70	5,80	5,75	5,45
15	5,10	5,20	5,20	5,90	5,55	5,45	5,50	5,80	5,80	5,50	5,50
18	5,10	5,15	5,30	5,60	5,40	5,35	5,40	5,65	5,90	5,90	5,50
21	4,95	5,20	5,40	5,35	5,60	5,20	5,35	5,80	5,80	5,80	5,60
0	4,95	5,25	5,40	5,55	5,45	5,35	5,40	5,75	5,60	5,70	5,60
3	5,15	5,20	5,25	5,50	5,35	5,50	5,35	5,60	5,75	5,85	5,80
6	5,00	5,10	5,20	5,30	5,40	5,45	5,30	5,65	5,60	5,60	5,20
9	5,00	5,20	5,20	5,25	5,55	5,40	5,20	5,65	5,70	5,70	5,25
12	5,05	5,10	5,30	5,55	5,35	5,40	5,35	5,80	5,80	5,60	5,30
15	5,20	5,20	5,25	5,60	5,30	5,50	5,40	5,50	5,70	5,55	5,25
18	5,20	5,15	5,20	5,30	5,40	5,35	5,55	5,55	5,80	5,50	5,20
21	5,35	5,20	5,10	5,40	5,35	5,30	5,50	5,60	5,75	5,30	5,40
0	5,30	5,40	5,20	5,45	5,30	5,50	5,55	5,80	5,60	5,60	5,30
3	5,30	5,30	5,30	5,50	5,40	5,30	5,60	5,60	5,65	5,70	5,40
6	5,10	5,35	5,20	5,55	5,50	5,20	5,40	5,70	5,85	5,40	5,65
9	5,10	5,35	5,35	5,45	5,20	5,25	5,30	5,40	5,45	5,80	5,30
12	5,10	5,25	5,30	5,80	5,60	5,50	5,45	5,70	5,70	5,75	5,40
15	5,15	5,20	5,20	5,70	5,30	5,40	5,30	5,50	5,85	5,75	5,40
18	5,15	5,20	5,25	5,85	5,50	5,30	5,50	5,25	5,90	5,60	5,75
21	5,20	5,70	5,30	5,60	5,25	5,20	5,40	5,60	5,55	5,55	5,30
0	5,30	5,60	5,15	5,65	5,30	5,40	5,45	5,40	5,60	5,70	5,20
3	5,40	5,55	5,30	5,70	5,40	5,30	5,65	5,70	5,60	5,60	5,40
6	5,50	5,40	5,20	5,75	5,40	5,20	5,30	5,55	5,70	5,65	5,15

Tabelle 4

Natrium-Serumwerte von 10 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe II)

h	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7	Hd.8	Hd.9	Hd.10
9	146,0	146,0	147,0	150,0	148,0	149,0	147,0	150,0	147,0	146,0
12	148,0	148,0	148,0	150,0	149,0	149,0	149,0	148,0	148,0	148,0
15	147,0	148,0	145,0	152,0	152,0	148,0	149,0	148,0	149,0	146,0
18	149,0	149,0	147,0	151,0	153,0	150,0	152,0	149,0	148,0	148,0
21	147,0	150,0	150,0	148,0	150,0	147,0	147,0	152,0	152,0	150,0
0	148,0	149,0	148,0	151,0	152,0	150,0	150,0	147,0	148,0	149,0
3	142,0	149,0	145,0	152,0	148,0	148,0	146,0	144,0	146,0	148,0
6	144,0	146,0	145,0	149,0	146,0	147,0	148,0	146,0	145,0	146,0
9	145,0	144,0	144,0	149,0	148,0	148,0	146,0	146,0	144,0	145,0
12	146,0	143,0	146,0	149,0	151,0	148,0	149,0	146,0	146,0	145,0
15	146,0	144,0	143,0	149,0	149,0	148,0	148,0	144,0	143,0	144,0
18	147,0	148,0	146,0	150,0	150,0	147,0	148,0	147,0	147,0	146,0
21	148,0	149,0	147,0	150,0	149,0	147,0	151,0	152,0	151,0	149,0
0	151,0	151,0	150,0	151,0	152,0	150,0	150,0	152,0	150,0	150,0
3	150,0	150,0	148,0	148,0	151,0	148,0	149,0	145,0	147,0	147,0
6	146,0	148,0	146,0	148,0	150,0	146,0	147,0	147,0	149,0	146,0
9	146,0	149,0	148,0	149,0	148,0	148,0	149,0	144,0	148,0	146,0
12	146,0	148,0	148,0	149,0	149,0	148,0	148,0	144,0	146,0	146,0
15	150,0	146,0	149,0	152,0	151,0	150,0	151,0	145,0	144,0	145,0
18	149,0	150,0	148,0	149,0	148,0	149,0	149,0	149,0	148,0	150,0
21	151,0	148,0	148,0	152,0	150,0	150,0	150,0	151,0	146,0	145,0
0	150,0	150,0	148,0	152,0	152,0	150,0	151,0	149,0	147,0	152,0
3	146,0	147,0	146,0	149,0	148,0	148,0	149,0	146,0	147,0	147,0
6	145,0	144,0	145,0	148,0	146,0	145,0	147,0	145,0	143,0	144,0

Tabelle 5

Kalium-Serumwerte von 10 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe II)

h	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7	Hd.8	Hd.9	Hd.10
9	5,50	4,60	4,80	5,40	4,60	4,95	5,45	5,30	5,20	5,05
12	5,10	4,60	4,70	5,10	4,80	5,00	5,25	5,05	4,90	4,85
15	4,70	4,45	4,75	5,00	4,60	5,30	5,40	5,40	5,10	4,50
18	5,20	4,70	5,10	4,90	4,95	5,10	5,40	5,20	5,20	5,00
21	5,10	4,60	4,65	4,90	4,80	5,10	5,10	5,40	5,20	4,85
0	5,10	4,40	4,85	5,05	5,05	5,05	5,30	5,35	5,90	5,00
3	4,90	4,60	4,60	5,10	4,75	5,10	4,70	5,00	5,05	4,90
6	5,15	4,50	4,85	4,90	4,60	4,65	4,60	5,15	5,00	4,65
9	5,00	4,45	4,95	4,85	4,50	4,85	5,40	5,15	4,60	4,55
12	4,95	4,20	4,30	4,30	4,65	4,80	5,25	5,10	5,20	4,55
15	4,80	4,60	4,90	4,20	4,60	4,60	4,90	4,65	5,10	4,60
18	4,65	4,40	4,60	4,90	4,80	5,20	4,95	5,00	5,00	4,70
21	4,75	4,20	4,70	4,80	4,45	4,95	4,80	5,70	5,20	4,90
0	4,90	4,40	4,90	4,90	4,65	5,10	5,20	5,40	5,25	5,10
3	4,75	4,30	4,75	4,80	4,80	5,00	4,60	5,10	4,80	4,90
6	4,80	4,40	4,80	4,95	4,45	4,55	4,35	4,95	4,50	4,60
9	4,60	4,30	4,70	4,80	4,60	4,90	5,10	4,60	4,65	4,35
12	4,90	4,10	4,30	4,60	4,65	4,45	5,00	5,00	4,80	4,55
15	4,70	4,30	4,20	4,90	4,60	5,00	5,10	4,90	5,10	4,40
18	4,80	4,30	4,70	4,75	4,50	4,95	4,30	5,20	5,15	4,80
21	4,70	4,35	4,60	4,80	5,00	5,00	4,80	5,10	4,90	4,50
0	5,00	4,50	4,70	4,70	4,65	5,10	4,90	5,35	5,05	4,80
3	4,70	4,60	4,50	4,80	4,90	5,20	5,00	4,80	5,00	4,40
6	4,80	4,65	5,00	4,95	4,80	4,85	4,50	4,55	4,55	4,45

Tabelle 6

Calcium-Serumwerte von 10 Hunden in mval (Untersuchungsgruppe II)

n	Hd.1	Hd.2	Hd.3	Hd.4	Hd.5	Hd.6	Hd.7	Hd.8	Hd.9	Hd.10
9	5,60	5,25	5,30	5,85	5,60	5,70	5,25	6,10	5,90	5,70
12	5,60	5,30	5,40	5,60	5,50	5,60	5,30	6,00	5,95	5,80
15	5,65	5,40	5,35	5,85	5,90	6,00	5,55	6,10	5,85	5,60
18	5,70	5,35	5,30	5,70	5,95	5,90	5,45	5,90	5,75	5,60
21	5,60	5,40	5,45	5,50	5,90	5,60	5,35	5,65	5,80	5,40
0	5,65	5,30	5,50	5,55	5,95	5,60	5,40	5,60	5,85	5,50
3	5,45	5,45	5,40	5,60	5,70	5,65	5,50	5,40	5,40	5,50
6	5,40	5,30	5,45	5,50	5,60	5,70	5,40	5,70	5,30	5,35
9	5,30	5,20	5,40	5,50	5,55	5,70	5,45	5,60	5,60	5,20
12	5,40	5,30	5,35	5,75	5,75	5,75	5,45	5,80	5,65	5,50
15	5,50	5,20	5,30	5,70	5,60	5,60	5,30	5,70	5,50	5,30
18	5,50	5,25	5,40	5,75	5,70	5,70	5,20	5,65	5,40	5,25
21	5,55	5,20	5,50	5,60	6,05	5,70	5,40	5,80	5,80	5,20
0	5,60	5,40	5,60	5,40	6,00	5,40	5,70	5,90	5,70	5,40
3	5,45	5,30	5,55	5,45	5,90	5,70	5,55	5,60	5,60	5,30
6	5,40	5,20	5,40	5,50	5,95	5,60	5,50	5,70	5,75	5,35
9	5,60	5,25	5,50	5,45	5,70	5,65	5,45	5,50	5,60	5,10
12	5,45	5,35	5,30	5,40	5,70	5,55	5,40	5,85	5,85	5,40
15	5,75	5,30	5,40	5,60	5,95	5,70	5,70	5,70	5,60	5,40
18	5,70	5,25	5,35	5,50	5,90	5,75	5,50	5,75	5,75	5,60
21	5,80	5,30	5,40	5,70	5,80	5,80	5,35	5,70	5,80	5,50
0	5,70	5,60	5,45	5,75	5,90	5,75	5,40	5,80	5,75	5,40
3	5,50	5,40	5,40	5,60	5,75	5,70	5,30	5,70	5,75	5,30
6	5,30	5,25	5,40	5,50	5,50	5,60	5,25	5,70	5,70	5,20

Lebenslauf

Am 29.1.1935 wurde ich, Hartmut Gajewietzki, als Sohn des Angestellten Alfons Gajewietzki und seiner Ehefrau Louise, geb. Weers in Greifswald geboren.

Nach Besuch der Grundschulen in Stralsund, Sandhorst und Aurich/Ostfriesland besuchte ich die Hansa-Oberschule in Stralsund, an der ich 1955 die Reifeprüfung ablegte.

Nach Absolvierung der 13. Klasse der Rothenburg-Schule in Berlin-Steglitz begann ich im Sommersemester 1957 das Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin. Im Mai 1959 bestand ich die Tierärztliche Vorprüfung und im Juli 1962 das Staatsexamen.

Von Oktober 1962 bis April 1963 war ich Veterinarpraktikant bei Herrn Dr. Herweg in Telgte/Westfalen.

Die Bestallung als Tierarzt erhielt ich am 16. April 1963. Mit Wirkung vom 30.4.1963 trage ich den Familiennamen Weers.

Von August 1963 bis Juni 1964 war ich wissenschaftlicher Hilfsassistent im Institut für Veterinär-Pharmakologie, Abteilung für Experimentelle Therapie und Funktionelle Pathologie, der Freien Universität Berlin.

Zur Zeit arbeite ich als Aushilfstierarzt am Städtischen Schlacht- und Viehhof Bremen.

